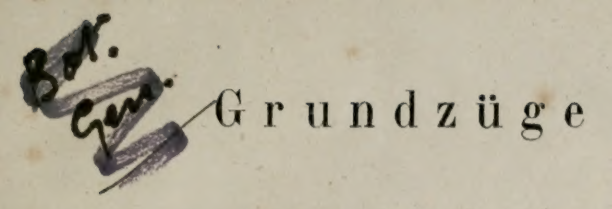

UNIVERSITY OF TORONTO
3 1761 00849929 5

Grundzüge

der

philosophischen Botanik.



Grundzüge

der

philosophischen Botanik

von

Dr. F. T. Kützing,

Professor der Naturwissenschaften zu Nordhausen.

Erster Band.

Historische Einleitung. Methode. Naturleben. Die Pflanzentheile.

Mit 18 Tafeln Abbildungen.

Leipzig:

F. A. Brockhaus.

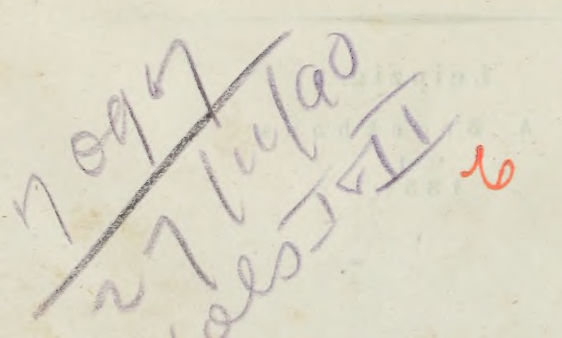
1851.





„Was aber das Allersonderbarste ist: der Mensch, wenn er auch den Grund des Irrthums aufdeckt, wird den Irrthum desshalb doch nicht los.“

Goethe.
(Zur Naturwissenschaft im Allgemeinen. Aelteres.)



Dem Andenken

L i n n é ' s

beim hundertjährigen Jubiläum der Erscheinung der
„Philosophia botanica"

gewidmet

vom

Verfasser.

Vorrede.

Mehr als zwanzig Jahre sind verflossen, seitdem ich, nach verschiedenen Seiten hin, in dem grossen Tempel der Natur gearbeitet habe. Bei dieser langen Arbeit ist mein Blick ebenso auf das Grössere, als auf das Kleinere gerichtet gewesen. Je mehr ich mich jedoch durch die Erforschung des Einzelnen, welche durch die Methode jedes gründlichen Studiums geboten ist, von dem grossen Ganzen abgezogen fühlen musste, um so lebhafter und dringender wuchs das Bedürfniss, meine Erfahrungen in der Botanik zu einem harmonischen Ganzen zu vereinigen. Jedes geistige Bedürfniss, wenn es in seiner vollen Stärke sich geltend macht, ergreift die ganze Seele des Menschen. Daher kommt es, dass wissenschaftliche Ueberzeugungen auch auf die religiösen einen unmittelbaren Einfluss haben. Denn die einen werden durch die andern bedingt; daher kommt es, dass ich in den folgenden Blättern eine Saite anschlage, die man in den Arbeiten, welche nur Specialitäten aus der Naturwissenschaft bringen, nicht berührt.

Jede geistige Betrachtung eines Objects von einem höhern Standpunkte aus führt uns ohne Weiteres in das Gebiet der Philosophie. Der Anfang und das Ende derselben ist aber wieder das religiöse Gefühl. Aus ihm schöpft der Philosoph seine Nahrung, und je tiefer es in dem Menschen liegt, um

so dauernder gibt es die Quelle für seine geistige Thätigkeit ab. Nichts ist indessen mehr geeignet dasselbe zu kräftigen oder zu erschüttern, als die innern Vorstellungen von den Erscheinungen in der Natur. Darum haben die Naturwissenschaften, seitdem sie existiren, einen so grossen Einfluss auf unsere religiösen Verhältnisse ausgeübt und dieser Einfluss wächst mit ihren Fortschritten.

Unsere Zeit ist durch und durch in grosser Bewegung begriffen. Es stellt sich immer entschiedener heraus, dass sich Grundsätze, die sich diametral gegenüber stehen, ebenso in der Wissenschaft, wie im socialen Leben, bekämpfen. Bewusst oder unbewusst nimmt jeder Mensch daran Theil; denn es wird Jedermann, entweder innerlich oder äusserlich, davon berührt. Es handelt sich bei diesem Kampfe um nichts Geringeres, als um die Entscheidung der Frage: Soll das Natur- oder das Moralprincip als oberstes gelten? — Ich habe mich für das Moralprincip entschieden und zu zeigen gesucht, dass dasselbe in den Grundsätzen des Christenthums am reinsten ausgesprochen sei und dass die heutige Naturwissenschaft aus ihm entsprungen; ich habe ferner gezeigt, dass das Naturprincip als herrschend dem Heidenthume angehöre, und endlich, dass die neuere Naturwissenschaft berufen sei, das Christenthum von allen anklebenden heidnischen Vorstellungen zu reinigen und dadurch zu fördern, nicht zu bekämpfen. So ist mein wissenschaftlicher Standpunkt zugleich mit dem religiösen ein und derselbe.

Diese Grundsätze wurden von mir in einer kleinen Schrift: „Die Naturwissenschaften in den Schulen als Beförderer des christlichen Humanismus“ (Nordhausen, 1850) auseinandergesetzt. Durch diese Arbeit wurde aber auch das Bedürfniss, jene Grundsätze wenigstens in einer naturwissenschaftlichen Disciplin durchzuführen, auf das lebhafteste gesteigert. So sind die vorliegenden „Grundzügeder philosophischen Botanik“ entstanden.

Die Arbeit wurde mir in so fern wesentlich erleichtert,

als die Vertreter der Botanik in neuerer Zeit, theils bewusst, theils unbewusst, einen Weg eingeschlagen, der bei seiner weitern Verfolgung zu denselben Resultaten führen muss. Dennoch hielt bis jetzt der alte Aberglaube an die Existenz der „constanten Arten" so wie überhaupt an die Auffindung scharfer Unterschiede die Naturwissenschaft gefangen, und obschon es Niemanden gelungen, auch nur eine „constante" Art zu begründen, so hoffte man doch, dass es der „Zukunft" gelingen werde.

Mittlerweile aber hat der gesunde Sinn sich an die Erscheinungen selbst gehalten und sich in der Betrachtung des Mannigfaltigen und ewig Veränderlichen nicht stören lassen. Durch diese Praxis aber wurde mit jedem Tage der Widerspruch gegen den alten Aberglauben grösser, und der völlige Bruch musste über kurz oder lang zu Tage kommen.

Auf diese Weise nur wird es erklärlich, wenn das vorliegende Buch in der Auffassung der Erscheinungen mit der neuern Botanik grösstentheils Hand in Hand geht, während es in dem methodologischen Theile so vielen eingewurzelten und fix gewordenen irrigen Ideen entschieden gegenübertritt.

Ich hoffe nicht, dass sich durch die Darlegung meiner Methode einzelne Personen, deren Verfahren hie und da als irrig bezeichnet wird, verletzt fühlen werden; denn nicht die Person, sondern die Sache ist dabei maassgebend gewesen, und der ruhige, besonnene Mann, welcher zwischen den Zeilen zu lesen versteht, wird finden, dass ich gegen eigene Verirrungen am wenigsten nachsichtig gewesen bin.

Die Naturwissenschaft hat vor vielen andern Wissenschaften die Lauterkeit ihrer Quellen voraus; keine Gewalt ist im Stande diese zu verstopfen; werden sie aber durch unreine Hände getrübt, so kann das nur auf kurze Zeit geschehen. Dadurch dass diese Quellen sich selbst reinigen, dadurch dass sie ewig rein fliessen: dadurch wird die Naturwissenschaft sich einen immer grössern Einfluss auf die Geschichte der Menschheit erringen und jeden Widerstand, den

sie von fanatischer Seite her erfahren sollte, besiegen. Das ist sicher, das ist gewiss! Darum täusche man sich nicht über ihre Gewalt. Jede Entdeckung, jede Erfindung ist ein Schritt, der unermessliche Folgen unaufhaltsam nach sich zieht. Ein Rückwärts ist unmöglich.

So gewiss nun das Christenthum in der Naturwissenschaft den kräftigsten geistigen Hebel für sein Verständniss bei den Völkern gewonnen hat, so gewiss wird es auch den Sieg über das classische Heidenthum vollenden, dessen geistige Hinterlassenschaft vermöge ihrer logischen und antikästhetischen Vollendung von grossem formalen Werthe, dagegen aber auch theilweise durch seinen Inhalt um so gefährlicher sich ausweist, als derselbe in der antikschönen Form mehr Sinnenreiz und zügellose Phantasien, als moralische innere Befriedigung — d. i. christliche Gesinnung — erzeugt. Dieser moralische Nachtheil, den die alte klassische Literatur überall mehr oder weniger und unmerklich hervorruft, wurzelt einzig und allein in der fabelhaften Naturanschauung, welche ebensowol das Wesen des Griechen- als des Römerthums ausmacht. Wie sehr diese Anschauungsweise noch in vielen classisch erzogenen Köpfen der neuesten Zeit ihr Wesen treibt und die Menschen hindert, den Gottesgeist in der Natur zu erkennen, davon habe ich ein Beispiel in der oben erwähnten kleinen Schrift (S. 25 und 27) angeführt; dazu liefert ferner unsere belletristische Literatur und unser sociales Leben die traurigsten Beläge!

Nur die wahre Naturwissenschaft besiegt den antiken Aberglauben und führt uns aus dieser klassisch-fabelhaften Phantasiewelt zu den Ideen der ewigen Schönheit, welche der wahre, nicht der erdichtete Schmuck der Welt ist.

Diese wahre Naturwissenschaft tritt aber auch mit Entschiedenheit jener modernen Naturphilosophie gegenüber, welche, ein Rudiment des Heidenthums im Christenthume und dem verknöcherten Aberglauben an die constanten Arten sich anschliessend, in ihrer Beschränktheit sich einbildet, „dass

für Physiologie und Systematik Begriffe von absoluter Form gefunden werden können". *)

Die Anhänger dieser Philosophie scheinen noch nicht zu wissen, dass die absolute Grösse weder einer Vermehrung noch Verminderung fähig, überhaupt unveränderlich ist, und dass wir daher mit derselben gar Nichts anfangen können. Es wird sonach gar nicht schwer fallen, die Spielereien mit dem Formelkram der niedern Mathematik, womit diese Schule, gestützt auf ihre „idealen Zeichnungen", die Natur der Pflanze hat darstellen wollen, zu beseitigen.

Dieses Werk hat es sich überhaupt zur Aufgabe gemacht, dem verderblichen Schematismus, der in den letzten Jahren in der Botanik eingerissen ist und dahin geht, die wahre Natur durch ein eckiges verzerrtes Schema zu verunstalten, entgegen zu treten. Endlich will es auch darauf aufmerksam machen, dass Viele mit der Firma der „wissenschaftlichen Einheit" gar ein verderbliches Spiel getrieben. Anstatt, wie es die Einheit erfordert, sich die Aufgabe zu stellen, die Fäden zu suchen, welche die Formenkreise mit einander verknüpfen, hat man die Einheit gesucht in der Aufstellung sogenannter „absoluter Unterschiede"!

Durch absolute Trennungen entstehen nur Einheiten, aber keine natürliche Einheit; denn alle solche Trennungsversuche sind willkürliche Handlungen, die nie in der Natur begründet werden können. Daher kann auch die Aufsuchung der „absoluten Unterschiede" nie befriedigen, und alle Anhänger dieser Methode kommen zuletzt — wenn sie redlich sind — zu dem offenen Geständniss, dass sie sich eine Aufgabe gestellt, die sie, auch im kleinsten Theile, nicht lösen können; darum sie die Lösung immer „zukünftigen Geschlechtern" aufbürden müssen, wodurch ein ewiges fruchtloses Fortwälzen von Generation zu Generation entsteht, an dem Niemand Freude erlebt.

---

*) *Naegeli*, „Zeitschrift für wissenschaftliche Botanik", 2. Heft, S. 156.

Anders ist es bei der entgegengesetzten Methode, welche in dem vorliegenden Buche zuerst in allgemeinere Anwendung kommt. Sie erkennt in der physischen Welt nur relative — nicht absolute — Einheiten, und ihr Ziel ist die Auffindung der Fäden, welche die Erscheinungen in der Natur nach möglichst vielen Seiten hin ordnend mit einander verknüpfen. (Vergl. S. 91, §. 250.) Diese Fäden sind da, sie können erkannt und gefunden werden, und so schafft sich der Forscher mit jedem Schritte, den er selbständig vorwärts thut, in der Erreichung seines Ziels die schönste geistige Befriedigung, den reinsten Genuss.

Nordhausen, am Ostertage 1851.

Kützing.

Inhalt.

	Seite
I. Historische Einleitung	1
II. Methode	22
Grundsätze	23
Winke für den Lernenden	24
Hilfswissenschaften	26
Kritik des Begriffs der Pflanzen und Thiere	27
Die Totalanschauung und ihre Grenzen	30
Die Pflanzen und deren Aufbewahrung	32
Anforderungen an den Botaniker	35
Optische Hilfsmittel bei der Untersuchung	38
Mechanische Hilfsmittel	45
Chemische Hilfsmittel	48
Beobachtung und Begründung	54
Darstellung	65
Ziel der Botanik	83
III. Das Naturleben	93
Anmerkungen	99

Grundzüge der philosophischen Botanik.

Die Pflanzentheile.

Erstes Buch. Die allgemeinen Grundformen des Pflanzenlebens als Vergleichungsmittel	108
Zweites Buch. Stoffformen des Pflanzenlebens	117
Verzeichniss der Grundstoffe	121

a) Aetherformen.

Lichtformen	122
Electrische Strömungen	129
Wärmebewegungen	132

b) Substanzen.

Kohlenstoff	134
Wasserstoff, Sauerstoff, Stickstoff	135

Seite
Chlor, Jodin 136
Brom, Schwefel, Phosphor, Silicium 137
Eisenoxyd 139
Kohlensaurer Kalk 139
Oxalsaurer Kalk 140
Schwefelsaurer Kalk 142
Alkalien 142
Magnesia und Thonerde 143
Kupfer, Blei, Silber 144
Wasser 144
Ammoniak und Alkaloide 146
Salicin, Phlorrhizin 148
Glycyrrhizin, Zucker 149
Mannit 150
Kautschuk, Wachs 151
Fette Oele 153
Aetherische Oele 155
Harze 157
Extractivstoffe 159
Flechtenstoffe 160
Gerbstoffe 161
Farbstoffe 163
Säuren 173
Organstoffe 179
 Pectinreihe 179
 Cellulosereihe 182
 Proteïnkörper 214
Humus 217
Summa 221

Drittes Buch. Formen der Pflanzenorgane 225

a) Niedere Organe.

Erstes Capitel. Das Molekulargewebe 225
Zellenbildungen 230
Bassorinzellen 231
Gelacinzellen 241
Eugelacinzellen 243
Gelinzellen 244
(Amylonformen) 261
Korkzellen 272
Ligninzellen 273
Faserzellen 273
Porose Zellen 278
Versteifte Zellen 279
(Gefässe) 287
Amylzellen 290
Proteïnzellen 290
Kieselzellen 292

Seite

Zellenbewegungen 294
Bewegungen der Spiralfasern 297
Zweites Capitel. Das Zellengewebe 297
Seine Bildungsweise 298
Intercellularsubstanz und Cuticula 302
Formen des Zellengewebes 308
Schlussbetrachtungen 317

b) Höhere oder abgeleitete Organe.

Drittes Capitel. Das Phytom oder der Pflanzenkörper 321
Historisches und Allgemeines 321
Das einzellige Phytom 323
Das mehrzellige Phytom 326
Anmerkungen und Zusätze 331

Erklärung der Abbildungen.

Taf. 1. (Sämmtliche Figuren nach 300maliger Vergrösserung.)

Fig. 1. Zellengewebe aus den Schuppenblättern der Meerzwiebel mit Rhaphiden. S. 141.

Fig. 2. Epidermiszellen mit einer Oelzelle (a.) und einem Haar (b.), welches mit einer Schleimmasse mit Vacuolen, die aetherisches Oel enthalten, besetzt ist. S. 157. 330.

Fig. 3. a. Krystalldrusen von oxalsaurem Kalk aus der Rhabarberwurzel. S. 140. — b. Einzelne Krystalle von weinsaurem Kalk (?) aus einer grossen Rosine.

Fig. 4. Zellengewebe aus der Jalapenwurzel mit Harzgängen. S. 159. 316.

Taf. 2. (Die Figuren, mit Ausnahme von 3. a., nach 420maliger Vergrösserung.)

Fig. 1. und 2. Ulvinaarten. S. 229.

Fig. 3. Mycocoelium rivulare. S. 238.

Fig. 4. Bewegliche Hefezellen, welche sich in einer Zuckerlösung gebildet hatten, die mit coagulirtem Hühnereiweiss in Gährung gebracht war. Sie scheinen von *Schleiden* für Infusorien gehalten worden zu sein. (Dessen „Grundzüge der wissenschaftlichen Botanik", 3. Auflage, 1. Th., S. 206.)

Fig. 5. Ruhende Hefezellen durch Urbildung in gährendem Weinbeerensafte entstanden. S. 232.

Fig. 6. Hefe aus Bier. S. 233.

Fig. 7. Palmella cruenta. S. 238.

Fig. 8. und 9. Zellenbildung durch Vacuolen bei Stereonema. S. 234.

Taf. 3. (Sämmtliche Figuren nach 300maliger Vergrösserung.)

Fig. 1. Entstehung der Bassorinzellen beim Kirschgummi. S. 204 und 234.

Fig. 2. Bassoragummi mit Schwefelsäure und Jodintinctur behandelt. Hier, wie in allen Gummiarten, kommen Pilzfäden vor, welche aus Proteingliedern bestehen. (Vergl. Fig. 1. e. f. derselben Tafel.)

Fig. 3. Zellen aus Tragacantha minor. S. 203.

Fig. 4. Zellen aus Tragacantha major. S. 203.

Taf. 4. (Vergrösserung 300mal.)

Fig. 1. Zellen von dem Hymenium von Cantharellus cibarius; a. b. Tetraden von Sporenzellen.

Fig. 2. Fasern aus dem Thallus von Ramalina fraxinea, in welchen die Zellen aus Vacuolen gebildet werden. S. 234. 281.

Fig. 3. Entstehung der Uredo candida. S. 235. 236.

Fig. 4. 5. und 6. a. a. a. Schleimzellen. S. 194. — Fig. 5. b. Eiweisszellen von Plantago Psyllium. S. 279.

Taf. 5. (Vergrösserung 300mal.)

Fig. 1. Entwickelungsgeschichte der Sporenzellen von Aschion nigrum. S. 236.

Fig. 2. Sporenzelle von Lycopodium clavatum.

Fig. 3. Entwickelungsgeschichte der Sporenzellen von Anthoceros laevis. S. 253.

Fig. 4. Oberste Zellenlage des Thallus von Anthoceros laevis. S. 266.

Fig. 5. Zellen aus der Beere von Symphoricarpus racemosa. S. 253. 255. Fig. a. im lebenden Zustande, man bemerkt den Cytoblasten mit den netzförmig verzweigten Radialströmchen; Fig. b. die Wandströmchen der Proteïnsubstanz, wie sie nach der Behandlung mit Jodintinctur erscheinen; Fig. c. dasselbe Netz von Wandströmchen nach der Behandlung mit concentrirter Schwefelsäure. Die Löcher und andere Erscheinungen, welche die äussere Zelle nach dieser Behandlung zeigt, sind hier absichtlich nicht mitgezeichnet worden.

Taf. 6. (300malige Vergrösserung.)

Fig. 1. Zellen aus einer Weinbeere. S. 232. 252. 254. — a. und b. Zwei Zellen nach ihrer Behandlung mit Schwefelsäure und Jodintinctur; bei a. kommt die Proteïnzelle (der Primordialschlauch) heraus: c. c. Bastzellen; d. grosse saftreiche Parenchymzellen mit dem Cytoblasten, den von ihm ausgehenden radialen Strömchen und Schleimkörperchen (e. f.) welche Vacuolen zeigen.

Fig. 2. Zelle aus dem Blattstiel einer Musa. S. 256.

Fig. 3. Zellen aus dem Blattstiel von Beta vulgaris. S. 255.

Fig. 4. Zellen aus einer Beere von Atropa Belladonna. S. 254.

Taf. 7. (300malige Vergrösserung.)

Fig. 1. Zellengewebe aus der Zittwerwurzel nach dem Auskochen mit Salpetersäure; a. eine Oelzelle; b. Zellen welche das Netz von Proteïnfasern zeigen, das die Stärkekörnchen einhüllt. S. 256. — c. Plattgeformtes Amylon aus der Galgantwurzel. S. 263.

Fig. 2. Zellengewebe mit den Amylonkörpern aus den Samen von Ervum Lens; b. c. durchschnittene Stärkekörperchen; d. sehr kleine, welche aber schon die Vacuole zeigen. S. 262.

Fig. 3. Zellengewebe mit dem Amylon aus einem Maiskorne; b. das Proteïngewebe, welches nach dem Auskochen des Parenchyms mit Salpetersäure in den Gelinzellen zurückbleibt. S. 256. 262. 263.

Fig. 4. Zellengewebe aus der Altheewurzel nach dem Auskochen mit Salpetersäure; a. das netzförmige, die Stärkekörner einschliessende Proteïngewebe innerhalb der Zellen; b. und c. das faserige Proteïn-

gewebe in den Zwischenzellenräumen; d. und e. Gelinzellen nach der Behandlung mit Jodintinctur und Schwefelsäure; e'. eine derselben nach der Bearbeitung auf dem Objectträger (S. 275.); f. Amylonkörner. — S. 256. 263. 277.

Fig. 5. Amylon vom Hafer. S. 263. 266.

Fig. 6. Amylon aus dem Rhizom der Iris florentina. S. 263.

Fig. 7. Amylon aus der Sassaparillawurzel. S. 263.

Fig. 8. Amylon aus der Ipecacuanhawurzel. S. 263. 266.

Fig. 9. Amylon aus der „Muskatnuss“.

Taf. 8. (Meist 300malige Vergrösserung.)

Fig. 1. Zellen aus dem Samen von Cardamomum minus. S. 268.

Fig. 2. Zellen aus der Macis. S. 269.

Fig. 3. Zellen aus dem Thallus von Marchantia polymorpha. S. 273.

Fig. 4. Zellen aus einer Luftwurzel von Epidendron ensifolium. S. 274.

Fig. 5. Zellen aus einer Georginenknolle; b. stärker vergrössert. S. 275.

Fig. 6. Zellen aus einer Zuckerrübe mit Jodintinctur und Schwefelsäure behandelt. Fig. b. auf dem Objectträger bearbeitet. S. 275. 276.

Fig. 7. Zellen aus Halidris siliquosa. S. 277.

Fig. 8. Zellen aus einer Berberitzenbeere; a. im lebenden Zustande; b. und c. nach der Behandlung mit Jodintinctur. d. nach der Behandlung mit Jodintinctur und Schwefelsäure; e. ein Theil derselben stärker vergrössert. S. 255. 277.

Taf. 9. (300malige Vergrösserung.)

Fig. 1. Zellengewebe aus Hoya carnosa; a. und b. sehr verdickte und mehrschichtige Milchzellen. S. 243 — 247. 270. — c. Runde Zellen, deren ringförmige Zeichnungen die Berührungsstellen anzeigen. S. 313.

Fig. 2. Milchzellen im Hute von Agaricus vietus, S. 238. 245 — 247.

Fig. 3. Ein Theil der Epidermis des Stengels von Lavandula Spica; a. Oelzellen; b. Haar, welches eine schleimige Masse mit Oeltröpfchen ausgeschwitzt hat. S. 157. 244. 279 — 281.

Fig. 4. Dasselbe von der Seite gesehen.

Fig. 5. 6. 7. Bastzellen. S. 270 — 281.

Taf. 10. (300malige Vergrösserung.)

Fig. 1. Zellen aus Primula sinensis. a. Aus dem Blattstiel; lebendig; b. eine andere nach der Behandlung mit Jodintinctur und Schwefelsäure. c. d. Haare vom Blattstiel; Cytoblasten. e. Eine Zelle eines dritten Haares mit den innern Proteïnströmchen. S. 257. 279. 329.

Fig. 2. Oedogonium tumidulum. S. 280.

Fig. 3. Oedogonium Landsboroughii. S. 280.

Fig. 4. Haare von Heliotropium peruvianum. S. 280.

Fig. 5. Stück eines Haars von Cydonia vulgaris.

Fig. 6. Zellen von Stipa pennata. S. 280 und 281.

Fig. 7. Brennhaar der Urtica urens. S. 281. 330.

Taf. 11. (300malige Vergrösserung.)

Fig. 1. Cladophora fracta nach der Behandlung mit Jodintinctur und Schwefelsäure. a. Cuticula, die sich in Fasern auflöst; b. die Gelinzelle: c. die Proteïnzelle.

Fig. 2. Zellengewebe aus der Steinnuss. S. 271. 289.
Fig. 3. Steinzelle aus dem Stamm von Hoya carnosa. S. 289.
Fig. 4. Verdickte Zellen der Dattelsamen. S. 270. 289.
Fig. 5. Verdickte und verhärtete Zellen der Steinhülle einer Pflaume. S. 270. 289.
Fig. 6. a. Epidermis und Cuticula von Viscum album. S. 302. b. c. Holzzellen. S. 283. 312.
Fig. 7. Zellengewebe aus einer „Kaffeebohne". S. 271. 283.
Fig. 8. Zellengewebe vom Blatt des Dicranum scoparium. S. 270.

Taf. 12. (300malige Vergrösserung.)

Fig. 1. Holzzellen aus „Lignum Sassafras". S. 283. 285.
Fig. 2. Holzzellen aus einer Georginenknolle. S. 284. 285. 286.
Fig. 3. Holzzellen aus Abies pectinata (Prosenchym) mit einem kleinen Harzgange in b_{II}. S. 159. 286. 316.
Fig. 4. Holzzellen aus der Linde. S. 286.
Fig. 5. und 6. Holzzellen (Gefässe) aus dem Stuhlrohr. S. 287.
Fig. 7. Spiralfaserzellen aus der Anthere von Lilium tigrinum. S. 282. 283.
Fig. 8. Zellengewebe des Blattes von Sphagnum squarrosum. S. 250. 282.

Taf. 13. (300malige Vergrösserung.)

Fig. 1. Poröse Holzzellen aus dem Bockholze. S. 284.
Fig. 2. Holzzelle (Treppengang) aus der Sassaparillwurzel. S. 285.
Fig. 3. Collenchymzellen aus dem Stengel von Beta vulgaris. S. 269.
Fig. 4. Cuticula von Allium Porrum.
Fig. 5. Cuticula von Brassica oleracea. } S. 304.
Fig. 6. Cuticula von Bromelia Ananas.
Fig. 7. Zellen aus Tropaeolum majus. S. 284.
Fig. 8. Querschnitte von Caulerpa Freycinetii; a. von der Blattspitze; b. vom Stengeltheile. c. Cuticula. S. 303.

Taf. 14. (300malige Vergrösserung.)

Fig. 1. Zygnema cruciatum. S. 258.
Fig. 2. Spirogyra decimina. S. 257.
Fig. 3. Cladophora flavescens. S. 258.
Fig. 4. Ulothrix zonata. S. 251. und 304. d. sind Schwärmzellen, welche bei e. sich zu jungen Individuen entwickeln; bei f. wachsen diese Zellen aus, ohne geschwärmt zu haben. S. 296.
Fig. 5. Schizomeris dissiliens in den verschiedenen Entwickelungsstufen. Bei Fig. e. theilt sich die Proteïnzelle auf verschiedene Weise. Vergl. S. 300.
Fig. 6. Mougeotia genuflexa. S. 251.

Taf. 15. (300malige Vergrösserung.)

Fig. 1. Cladophora elongata. Man sieht hier die Anordnung des innern Proteïngewebes noch schöner als bei Cl. flavescens. Vergl. S. 258.
Fig. 2. Dieselbe mit Schwärmzellen, welche bei a. noch in der Mutterzelle eingeschlossen sind, bei b. aber ausschwärmen. Die Figuren c. sind willkürlich vergrössert. S. 295.
Fig. 3. Vaucheria clavata. S. 244. 245.

Taf. 16. (Meist 300malige Vergrösserung.)

Fig. 1. Zellengewebe aus dem Blattstiel von Alisma Plantago mit Lufthöhlen (§. 520), 100mal vergrössert. a. Sternförmige Zellen; b. Zellen, welche die Wände der Lufthöhlen c. bilden. S. 316.

Fig. 2. Zellengewebe mit Lufthöhlen und Oelzellen (a.) aus der Blattscheide von Acorus Calamus. §. 520. S. 316.

Fig. 3. a. Oberste Zellenlage (Epidermis) vom Stengel der Brassica oleracea mit einer Spaltöffnung c. — b. Theil eines Querschnittes durch die Spaltöffnung. S. 313. 316.

Fig. 4. Schwammiges Parenchym mit sternförmigen Zellen aus dem Stengel von Juncus effusus. In den sehr erweiterten Intercellulargängen (§. 520) sieht man die sehr zarten netzförmigen Intercellularströmchen. S. 316. 319.

Fig. 5. Theil eines Querschnitts durch das Blatt eines Oleanders mit der Einsenkung (a.), welche die Spaltöffnungen (c.) im Grunde enthält. b. Diachym. S. 303. 313. 317.

Fig. 6. Schwammiges Parenchym aus dem Stengel von Scirpus palustris. a. Eigenthümlich geformte Zellen der Wände welche die Lufthöhlen bilden. S. 313. 316.

Taf. 17. (300malige Vergrösserung.)

Fig. 1. Protococcus tectorum. Eine Pflanze in der einfachsten Zellenform. S. 323.

Fig. 2. Gloeocapsa sanguinea. S. 310.

Fig. 3. Gloeocapsa atrata. S. 301.

Fig. 4. Zygogonium torulosum. S. 301. 307.

Fig. 5. Zygonium hercynicum. S. 307.

Fig. 6. Sirogonium notabile.
Fig. 7. Zygnema cruciatum.
Fig. 8. Mesocarpus scalaris.
} Vergl. S. 298. 299.

Fig. 9. Dickieia ulvacea. a. Natürliche Grösse. b. Kieselzellengewebe. S. 309.

Fig. 10. Zellengewebe aus Cystoclonium purpurascens. S. 250. 278.

Fig. 11. Zellengewebe aus Gigartina pistillaris. S. 309.

Taf. 18. (300malige Vergrösserung.)

Fig. 1. Epidermiszellen von Polypodium Filix mas. S. 313.

Fig. 2. Theil eines Querschnitts durch den Blattstiel. Man sieht das sogenannte Gefässbündel, umgeben von weiten Prosenchymzellen; die hervorgehobenen Zellen in der Mitte des Gefässbündels sind „Spiralgefässe“. S. 315.

Fig. 3. Ein Längenschnitt von demselben Pflanzentheile. Vergl. S. 315.

Fig. 4. Theil eines Querschnitts vom Blattstiel einer Musa. S. 315.

Fig. 5. Theil eines Querschnitts vom Stengel einer Balsamine. S. 315.

I. Historische Einleitung.

§. 1.

Bei Allem was der Mensch beginnt, sucht er die Aussenwelt mit seiner Innenwelt in Einklang zu bringen. Es ist ihm diese Arbeit ein angebornes Bedürfniss, und er fängt sie an mit dem ersten Schrei, mit dem ersten Blick in die Welt und endigt sie mit dem letzten Athemzuge.

§. 2.

Der Zweck seines ganzen Daseins ist daher Erkenntniss; — Erkenntniss der Aussenwelt, Erkenntniss seiner selbst, Erkenntniss Gottes.

§. 3.

Er kann aber keine Erkenntniss erlangen ohne vorher Betrachtungen anzustellen, bei denen er jedoch immer mit der stillschweigenden, gleichsam instinctmässigen Voraussetzung anhebt, dass seine Innenwelt mit der Aussenwelt einig sei. Da aber der Mensch in der ersten Kindheit noch keine Erfahrung, also auch noch keinen Verstand, sondern nur Empfindung hat, so kann er auch den Zusammenhang der Mannigfaltigkeit in der Einheit nicht wissen, nur ahnen, daher er seine ersten Betrachtungen rein gefühlsmässig beurtheilt. So kommt es, dass er in der Aussenwelt, ohne Unterschied, auch nur das Gefühl sucht, und da, wo er es nicht anziehend findet, abgestossen wird, oder das Object selbst von sich stösst. Es ist klar, dass das Erste und das Letzte, was der Mensch sucht und will — Mitgefühl = Liebe ist.

§. 4.

Und da er diese in seiner Umgebung nur bei dem Menschen finden kann, weil die Liebe ein Act des freien Willens ist, — die

Natur aber, als unfrei und willenlos, weder liebt noch hasst — so ist die Entzweiung mit der Natur die nothwendige Folge seiner ersten Berührungen mit ihr, und das Anschliessen an den Menschen ihm eine Nothwendigkeit. Daher kann sich der Mensch zunächst auch nur an dem Menschen heranbilden, weil die Natur, die nicht liebt, bei ihm Furcht erweckt. So schliesst er sich ab, bis er es endlich wagt, unter dem Schutz des erfahrnen Menschen, oder auch allein, in ihren unermesslichen Räumen zu wandeln, zu betrachten, zu forschen.

§. 5.

Wie oft er aber auch anfangs bei seiner kindlichen Betrachtungsweise sich von der Natur abgestossen glaubt, immer führt ihn die dunkele Ahnung seiner Einheit mit ihr zu ihr zurück, und je nachdem er Einsicht in dieselbe gewinnt, beherrscht er sie, oder lässt sich von ihr beherrschen. Die erste Einsicht ist auch die erste Wissenschaft von der Natur, denn sie ist Erfahrung. Die geistige (ideale) Verknüpfung der Erfahrung gewährt jedoch dem Menschen allein Befriedigung. Die letzte und innigste Befriedigung aber ist dem Menschen zugleich das Heiligste, weil er sie immer nur in der Verbindung seines Ichs mit dem Höchsten findet und zu allen Zeiten gefunden hat.

§. 6.

Darum ist die Wissenschaft ihrem Ursprunge und ihrer Tendenz nach religiös und es ist daher nicht gleichgültig, ob man das Höchste in das Bedingte oder in das Unbedingte — Absolute — setze.

§. 7.

Die Geschichte bringt uns schon aus grauer Vorzeit Kunde von zwei verschiedenen Geistesrichtungen, in die die Menschheit gespalten war; ich meine das Heidenthum und Judenthum. Beide sind als herrschende Gewalten untergegangen und mahnen in ihren Trümmern ehemaliger Grösse das jüngste Geschlecht an die Irrthümer, denen sie ihren Verfall zu danken haben.

§. 8.

Während das Heidenthum in seiner höchsten Blüte bei den Griechen sich nur dadurch die ideale Einheit und Befriedigung schuf, dass es die Natur vermenschlichte und die Menschennatur zu einer Götterwelt emporhob, die an Mannigfaltigkeit mit der Natur wetteiferte, wurde zwar die ursprüngliche Entzweiung

mit ihr in der Idee beseitigt; aber dadurch, dass der Mensch sich überall hinsetzte, wo er nicht hingehörte, und zu finden wähnte, wo er doch nicht war, stand sein Ideal auf trügerischem Boden. Dadurch war die Natur und die Götterwelt der Griechen, wie überhaupt im Heidenthum, eine Fabelwelt, der nirgends Wahrheit, sondern Erdichtungen zu Grunde lagen.

§. 9.

Naturwissenschaft konnte sonach in dem lebendigen öffentlichen Treiben, wie es uns durch die Geschichte überliefert worden, bei den Griechen nicht erwartet werden, weil dieselbe nur auf Erforschung der Wahrheit — nicht auf Erdichtungen — beruhet. Erst als der Glaube an die alten Götter zu wanken anfing, als die Weisen sich in ihren religiösen Ideen dem Monotheismus näherten, wurde von ihnen der erste Grund zu einer wissenschaftlichen Naturbetrachtung gelegt. Aber sie konnten den Monotheismus nicht in seiner Reinheit erfassen. Daher war dem Zufall in den Erscheinungen mehr eingeräumt, als dem vernünftigen Gesetz. Sie konnten sich in ihren tiefsten Betrachtungen nicht von dem mit der Muttermilch eingesogenen und durch viele Jahrhunderte mit ihrer Geschichte verwachsenen Glauben an das unerbittliche Schicksal, dem selbst die Gottheit unterworfen war, trennen. Mit einem Worte — es fehlte ihnen die Idee der absoluten Einheit.

§. 10.

Aber in der Methode der Naturforschung wurde dennoch durch den Stagiriten ein kräftiger Anfang gemacht. Während griechische Weisheit bisher Alles auf rein speculativem Wege zu ergründen wähnte, und sich daher die Natur nach ihrer menschlichen Unerfahrenheit — also phantastisch — rein subjectiv — construirte, entwand sich *Aristoteles* diesen zügellosen Phantasien, richtete den Blick nach den wirklichen Erscheinungen, fasste diese in allgemeinere Ideen zusammen und wurde so der Gründer der inductiven Methode.

§. 11.

Was er mit dieser Grosses ausgerichtet, beweist seine Thiergeschichte. Aber die Induction allein schafft nur Einheiten, keine Einheit. Sie ist darum nicht im Stande zum Absoluten zu führen, sondern kommt für sich immer in den Fall, die Dinge an und für sich als das Absolute anzusehen — also dieselben für unbedingt zu halten. Dieser Widerspruch erklärt, warum

mit ihr der crasseste Aberglaube Hand in Hand ging. Die inductive Methode allein konnte nicht verhüten, dass *Theophrast,* ein Schüler des *Aristoteles* und nach dessen Tode das Haupt der peripatetischen Schule zu Athen, an das Märchen glaubte, es gebe eine Pflanze, welche einen in den Baum geschlagenen Keil durch blosse Berührung heraustreibe; der übertriebenen Arzneikräfte nicht zu gedenken, die man von jeher in den Pflanzen niedergelegt glaubte und deren Wirkung man von der Befolgung gewisser abergläubischer Ceremonien abhängig machte.

§. 12.

So kann demnach für die Pflanzenkunde von den Griechen, wie überhaupt aus dem Heidenthume, Nichts Erspriessliches zu uns gekommen sein, weil sie dessen selbst baar und bloss waren.

§. 13.

Dass das Judenthum in dieser Erkenntniss weiter gekommen sei, ist nicht anzunehmen. Nur soviel ist gewiss, dass ihr religiöser Glaube an den einigen Gott auch ihren Blick in die Natur leitete und die Schönheit derselben nicht durch fabelhafte Bilder umschleierte, wie das Griechenthum. Das jüdische Volk war das erste, dem der Begriff von Gott als ein rein moralischer, nicht sinnlich erfassbarer, sondern rein geistiger gegeben war. — Dadurch war die ursprüngliche Scheidung des Geistes von dem Sinnlichen ausgesprochen; aber indem das Sinnliche von dem Geistigen bedingt wird, ist es mit ihm unzertrennlich verknüpft. So geht nach diesem Begriff die Sinnenwelt in Gott auf, während im Heidenthum sich die Gottheit in der Sinnenwelt verliert; daher auch nur hier der Sinnengenuss als das höchste Gut gefeiert werden konnte, während der Monotheismus ihn in seine Schranken verweist.

§. 14.

Es ist klar, dass die unzeitliche und unräumliche Fassung Gottes, als moralische Idee, zunächst auch nur die Bildung des moralischen Menschen im Auge haben musste, weil die Vollendung desselben die erste Bedingung für die reine Weltanschauung ist. Aber wie absolut diese auch ursprünglich hingestellt worden war, so haftete an ihr doch in der Ausführung mancher heidnische Anflug, von dem sich das Judenthum niemals befreien konnte. Ihr Gott war nur ein Gott Israels und das „auserwählte Volk" fürchtete ihn mehr, als es ihn liebte. Die Juden konn-

ten also desshalb noch nicht an eine reine wissenschaftliche Weltanschauung denken, weil sie ihre moralische Bildung — wie die Griechen — nicht vollendet, und diese Vollendung, als sie ihnen geboten wurde, von sich wiesen.

§. 15.

So kam es, dass das Christenthum, das die Juden ausgestossen, Weltreligion wurde. Christus war der Erste, der wusste, dass das Erste und Letzte, was der Mensch sucht — Liebe ist, und er zeigte ihm wo er sie findet, in Gott. Jetzt erst konnte der Mensch in Gott seine höchste Befriedigung finden, die er bisher vergebens gesucht hatte. Wie ganz anders die Betrachtungen über die Natur sein müssen, wenn man von christlichen, statt von aristotelischen Ideen ausgeht, ist leicht zu begreifen.

§. 16.

Die langen und schweren Kämpfe, welche das Christenthum hat bestehen müssen, ehe es nur erst in seinem vollen moralischen Werthe von den Menschen begriffen werden konnte, haben die wissenschaftliche Naturbetrachtung so zurückgedrängt, dass es eines Zeitraumes von 1500 Jahren bedurfte, ehe in der christlichen Welt damit ein Anfang gemacht werden konnte. Die ersten Spuren finden sich da, wo man die Schriften des alten Griechenthums aus seinen Ruinen hervorsuchte. Man begnügte sich bei der Pflanzenkunde lange Zeit mit der Erklärung der Schriften des *Theophrast, Dioskorides* und *Plinius.* Da erfuhr man denn nun freilich Nichts weiter, als unvollkommene und unverständliche Beschreibungen, viele Fabeln und Einiges über den Nutzen der Pflanzen.

§. 17.

Als man sich an diesem Wenigen gesättigt hatte, fühlten zuerst die Deutschen, dass man doch auch die Natur betrachten müsse, und so kam man denn am Ende des 15. Jahrhunderts — also mit dem Untergange der scholastischen Philosophie — zuerst auf den Gedanken, sich auf seine eigenen Füsse zu stellen.

§. 18.

Es ist charakteristisch, dass das erste selbständige Werk in der Botanik ein Bilderwerk ist. Wie schlecht auch der erste Versuch, den *Cuba* [1]), ein Augsburger Arzt, machte, ausgefallen war, so war doch die Methode der Darstellung auf diese

Weise so vervollkommnet, dass sie bald ihre wohlthätigen Früchte tragen musste.

§. 19.

Die Menschheit musste einen 400 Jahre langen geistigen Kampf mit der scholastischen Philosophie bestehen, um zu der Einsicht zu kommen, dass der Dogmatismus des Mittelalters, hervorgegangen aus dem nichtverstandenen Christenthum und der heidnischen Philosophie, die man unnatürlicher Weise mit einander verschmelzen wollte, eine der grössten Verirrungen des Menschengeschlechts war, und es zeugt eben von der Göttlichkeit des Christenthums, dass es aus diesen Schrecknissen siegreich und immer reiner, geläuterter hervorging.

§. 20.

Das Christenvolk hatte in jener Zeit seinen Glauben an den Himmel verloren und dafür den Aberglauben eingetauscht. Es musste daher der Messias nochmals zum Menschen kommen, um ihm den Glauben wieder zu bringen und den rechten Weg zum Himmel zu zeigen. Er kam in der leuchtenden Flamme des heiligen Geistes — und an ihr entzündete sich das Licht der christlichen Naturwissenschaft.

§. 21.

Im Jahre 1530 vollendete *Copernicus* sein Werk: *„De orbium coelestium revolutionibus"*, — und seitdem die Naturwissenschaft hiermit dem Menschen den Himmel wieder geöffnet, seitdem hat sie Glauben bei ihm gefunden, einen Glauben, mit welchem er Berge versetzt, das Meer beherrscht und die fernsten Welttheile mit einander verbindet.

§. 22.

Wenden wir uns nun wieder zur Botanik, so ist merkwürdig, dass in demselben Jahre als *Copernicus* sein Werk vollendete, auch das erste botanische Werk mit brauchbaren Abbildungen von *Brunfels*[2]) erschien. Es ist rührend, mit welcher Einfalt unsere Väter, von denen ich nur noch die Namen *Hieronymus Bock* (gewöhnlich *Tragus* genannt), *Cordus, Ruellius, Dorstenius, Gesner, Fuchs, Mussa Brassavola, Mathiolus, Lonicerus, Dodonaeus, Lobel* und *Clusius* nennen will, die Pflanzen behandeln. Man sieht es dem Texte ihrer Werke an, woran alle von ihnen mehr oder weniger Mangel leiden; — es ist der Mangel der Sprache, in welcher sie noch keinen Ausdruck für das fänden, was sie an

der Pflanze sahen. Darum bei Allen das Bedürfniss sich fühlbar machte, dass sie ihre Werke mit Abbildungen versahen, ein Umstand, wodurch sie einigen klassischen Werth erhielten, während der Text ebenso unbrauchbar und oft ebenso mit Märchen ausgeschmückt ist, als der ihrer antiken Vorgänger.

§. 23.

Von der Idee einer systematischen Verknüpfung der Pflanzenformen war anfänglich ebenso wenig die Rede, als bei den Römern und Griechen. Man führte zum Theil die Pflanzen in alphabetischer Ordnung auf. Aber schon *Bock* suchte die Arten nach einer gewissen Aehnlichkeit zusammenzustellen; er ahnte zuerst den verwandtschaftlichen Zusammenhang der Pflanzenformen. War dieser erste Versuch auch nur ein roher Anfang zu nennen, so reizte er doch schon den durch vielseitige Studien sich auszeichnenden *Gesner*, den man desshalb den *deutschen Plinius* nannte, so, dass er in seiner, durch meisterhafte Abbildungen ausgezeichneten, *„Stirpium historia"* die Pflanzen in Classen, Gattungen und Arten eintheilte, und schon die Nothwendigkeit einsah, die charakteristischen Merkmale der grössern Gruppen in der Blume und Frucht zu suchen, während man bisher bloss nach der äussern allgemeinen Tracht *(habitus)* oder nach der Aehnlichkeit der Blätter, des Stammes u. s. w. gegangen war.

§. 24.

Jetzt fing auch die Botanik, die bisher eine blosse Dienerin der Medicin gewesen, an, sich als selbständige Wissenschaft abzusondern und für sich auszubilden. Sie glich dem aufsprossenden Jüngling, der sich im Vaterhause durch Fleiss und Anstrengung Ersparnisse sammelt, um damit zu seiner Zeit einen eigenen Herd zu gründen. Die Hauptthätigkeit bestand daher im Sammeln. Man legte Herbarien an und im Jahre 1540 entstand durch *Brassavola* in Padua der erste botanische Garten, dem bald die von Pisa und Bologna folgten.

§. 25.

Der ästhetische Genuss, den der Anblick der Pflanze in der mannigfaltigsten Entwickelung der reinsten natürlichen Schönheit gewährt, wird durch die Conservation der „lieblichen Florenskinder" im Herbarium und durch ihre Erziehung und Zusammenstellung im Garten erhöht. Es darf daher nicht Wunder nehmen, wenn die meisten sogenannten Botaniker — alter wie neuer

Zeit — meist nur den Liebhaber spielten, der sich in dem Umgange mit der reizenden Schönheit ergötzt, sich aber wol hütet, die Schönheit zu zergliedern, um seine selbstgeschaffenen Illusionen — die des Spielenden, Tändelnden und Schwärmenden Himmel sind — nicht zu zerstören. So erklärt es sich, wenn man grösstentheils — und jetzt noch — bloss der oberflächlichen niedern Aesthetik in der Botanik nachgegangen ist, welche die Menschen verhinderte, die Pflanzen genauer anzusehen und wissenschaftlich zu erforschen; — so erklärt es sich, wenn immer Hunderte von Dilettanten sich mit der Botanik beschäftigten und nur blutwenig wissenschaftliche Wahrheit zu Tage förderten; — wenn immer nur ungeheure Massen von Material aus allen Gegenden der Erde zusammengetragen wurden, welche den wissenschaftlichen Sinn zu ersticken drohten; — endlich, wenn der Botanik — in Folge des modernen Sinnen- und Götzendienstes — das wissenschaftliche Bewusstsein fehlte, das bereits andere naturwissenschaftliche Disciplinen ergriffen hatte.

§. 26.

Der Sammler und Dilettant frägt zunächst nur nach dem Namen des Dinges, das ihn interessirt, seinen wissenschaftlichen Zusammenhang zu erfahren ist ihm kein Bedürfniss; darum tragen auch die ersten botanischen Schriften fast nur den Charakter von Catalogen an sich. Die Namen wurden, wo sie vorhanden, aus der Muttersprache genommen und nicht selten nach Willkür mit denen der griechischen und lateinischen Autoren verkuppelt. Man glaubte, dass dieselben Pflanzen, welche in den Schriften des *Dioskorides* und anderer antiken Schriftsteller genannt waren, stets dieselben sein müssten, welche in Deutschland u. s. w. vorkämen, und trug daher jene Namen auf einheimische Pflanzen über. Man hatte noch keine Ahnung von den klimatischen Einflüssen, welche die Formen der Pflanzenwelt bedingen. Dass auf diese Weise eine grosse Verwirrung in die jugendliche Botanik kommen musste, lässt sich gar nicht anders erwarten. Das ganze 16. und 17. Jahrhundert tragen die Zeichen dieser Verwirrung an sich.

§. 27.

Das einzige wissenschaftliche Streben, welches sich in diesem Zeitraume kund gibt, ist auf die Gründung von Systemen gerichtet, von denen eines das andere verdrängt. Den Anfang macht *Cesalpino* (1583), Oberaufseher des botanischen Gartens in Pisa und Zeitgenosse von *Galilei* und *Kepler;* ihm folgten

Morison, *C.* und *J. Bauhin*, *Hermann*, *Knaut (d. ä.)*, *Boerhaave*, *Ray*, *Rivin*, *Knaut (d. Sohn)*, *Ludwig*, *Tournefort* und noch einige Andere. Jeder gründete ein besonderes System, das von dem Nachfolger umgestossen oder verändert wurde. Am meisten Eingang fand das *Tournefort'sche.*

§. 28.

Das System, das man schon jetzt als das Ziel der Botanik hinstellte, galt jedoch nur als ein blosses Fachwerk, das dazu diente, auf die leichteste und schnellste Weise die Pflanzenarten kennen zu lernen und dem Gedächtniss einzuprägen, wie sich der alte *Boerhaave* ausdrückt. Etwas Weiteres ahnete und suchte man in der Botanik noch nicht.

§. 29.

Wie sehr man indessen auch die vielen Versuche zur Errichtung von Systemen bei den Alten getadelt hat, so ist doch der Vortheil daraus hervorgegangen, dass sie Veranlassung zur Entwickelung der botanischen Sprache wurden. Man verfuhr anfangs, wie noch jetzt das gemeine Volk, ziemlich willkürlich in der Bezeichnung und Beschreibung der einzelnen Pflanzentheile; aber nach und nach stellten sich doch gewisse Ausdrücke fest und wurden für die Wissenschaft bleibend. Die Versuche, die Pflanzen nach der Beschaffenheit der Blumen oder der Früchte, oder auch nach beiden zu gruppiren, schärften die Untersuchungsmethoden und den Blick. Die wissenschaftliche Sprache hatte durch die Bemühungen *Tournefort's* nicht weniger, als die systematische Ordnung, gewonnen. Aber die Benennung der Species litt noch an dem grossen Mangel, dass sie aus dem Gattungsnamen mit einer nachfolgenden kürzern oder längern, die Species kurz charakterisirenden Phrase bestand. So hiess z. B. Corrigiola litoralis *L.* bei *J. Bauhin:* Poligonifolia s. Linifolia per terram sparsa, flore scorpioidis. Wie lästig das bei der Bezeichnung der Species war, ist leicht begreiflich. Auch war man noch lange nicht über die Namen der Gattungen einig.

§. 30.

Da erschien das 18. Jahrhundert, zu dessen Anfang (1707) *Linné* in Småland geboren wurde. In seinem 18. Jahre lernte er aus den Werken *Tournefort's* zuerst die Idee einer systematischen Anordnung der Gewächse kennen, die sich bei ihm so stark und kräftig entwickelte, dass er als Systematiker einzig und unüber-

troffen dasteht. *„Filum ariadneum Botanices est Systema, sine quo Chaos est Res herbaria“*: diese Worte, welche seiner 1751 erschienenen *„Philosophia botanica“* p. 98 entnommen sind, zeigen klar, was er erstrebte. Er reformirte nicht nur die Botanik, sondern überhaupt die Naturgeschichte der Organismen von Grund aus, und gab Gesetze, deren Wirkung so tief ergreifend war, dass sie lange als unantastbare Orakelsprüche gegolten haben und zum Theil noch gelten.

§. 31.

Seine wesentlichen Veränderungen in der Botanik bestehen etwa in Folgendem:

1) Er führte eine scharfe Terminologie ein, und wurde so der Schöpfer der systematisch-botanischen Sprache.

2) Er schuf, statt der vielen Beinamen, womit man bisher die Species bezeichnet und das Gedächtniss überladen hatte, einen Trivialnamen für jede Species. Dadurch wurde es ihm möglich, mittelst 2000 generischen und 1000 specifischen Benennungen 30,000 kurze und bestimmte Pflanzennamen herzustellen.

3) War er mit seiner Terminologie und dem logischen Scharfsinn, womit er seine Anordnungen traf, im Stande, auf kürzestem Raume und höchst übersichtlich, die besten Diagnosen zu liefern und die Beschreibungen so zu vervollkommnen, dass die Abbildungen bei der Bestimmung der Pflanzen fast überflüssig schienen.

§. 32.

Es ist in der That höchst bezeichnend für den Beginn der Linné'schen Periode, dass die Bilderwerke in der Botanik, ohne die man bisher Nichts glaubte leisten zu können, immer seltener wurden. Man hatte freilich auch den Umstand zum Vortheil, dass man sich bei seinen Darlegungen auf die schon reichlich vorhandenen Abbildungen beziehen konnte.

§. 33.

Da seine Werke in lateinischer Sprache erschienen, so ist es Gebrauch geworden, dass man seitdem in allen Ländern die Pflanzen mit lateinischen Namen belegt und denselben die lateinische Diagnose beifügt; was in ähnlicher Weise, ausser der Zoologie, in keinem Theile der Naturwissenschaft geschieht.

§. 34.

Die Sprache eines jeden Volkes zeigt in dem Besitz des

Artikels, in der Flexion des Adjectivs oder eines andern Wortes, dass der Mensch überall in der Urzeit, wo er sich seine Sprache schuf und die Dinge benannte, geschlechtliche Differenzen annehmen zu müssen glaubte. Die Phantasie sah überall Menschenformen, hörte überall Menschenstimmen und so kam es, dass man Männchen und Weibchen nicht nur bei Pflanzen, sondern auch bei leblosen Sachen, sogar in den Weltkörpern voraussetzte. — In der Botanik bildete sich jedoch nach und nach der anfangs unbestimmte Begriff des Pflanzengeschlechts immer schärfer aus, und namentlich seitdem *Camerarius*, Professor zu Tübingen, in seinen „*Epistolae de sexu plantarum*“ (1694) durch Versuche an Zea und Mercurialis nachwies, dass die Samen ohne Einwirkung der Staubfäden auf das Pistill nicht zur normalen Entwickelung kämen. Niemand war daher aufmerksamer auf diese Organe als *Linné*, welcher sie in einer Weise und in solcher Ausdehnung untersuchte, wie Keiner vor ihm. So kam es, dass er in diesen Organen den Schlüssel zu einem neuen Systeme fand, das er selbst mit dem Namen des Sexualsystems bezeichnete, wie auch die Benennung seiner Classen und Ordnungen bewies, dass die wirkliche Existenz des Pflanzengeschlechts von ihm in seiner grössten Ausdehnung angenommen wurde.

§. 35.

Dieses System erfüllte, was man für jene Zeiten (1735) zunächst erstrebte, — Ordnung — in hohem Grade, und die Einfachheit, die es vor allen andern auszeichnete, machte seinen praktischen Gebrauch, beim Bestimmen der Pflanzen und bei der Anlegung von Sammlungen, ausserordentlich bequem. Darum erlangte es eine allgemeine Herrschaft in den Zeiten, wo man namentlich die Kenntniss der Species als das Ziel der Botanik betrachtete, wo man das Wesen der Wissenschaft in der Anlegung von Herbarien, dem Bestimmen der bekannten und der Entdeckung unbekannter Arten suchte. Bei den Sammlern, Dilettanten und Speciesmachern hat es diese Autorität noch bis auf den heutigen Tag behauptet.

§. 36.

Grosse Männer, mit solchem Riesengeiste wie *Linné*, werden von ihrer Zeit, und selbst oft lange nach ihrem Tode, nie vollständig begriffen. *Linné* hatte mit seinem Sexualsystem die wissenschaftliche Botanik gar nicht abschliessen wollen, er betrachtete es selbst nur als ein provisorisches Auskunftsmittel,

dessen man sich bedienen könne, bis die natürliche Methode, welche er als das Ziel der Wissenschaft mit den Worten: *„Primum et ultimum hoc in Botanicis desideratum est“* empfahl, an seine Stelle treten könne. Hiernach hätten seine Anhänger und Nachfolger die Verpflichtung gehabt, zur Herstellung jener Methode, welche allein die natürliche Verknüpfung der zahlreichen Pflanzenformen zu einer harmonischen Einheit in Aussicht stellt, alle ihre geistigen Kräfte aufzubieten. Aber die grosse Masse verstand ihn nicht; sie glaubte wirklich, dass nun die Botanik fertig sei, und man brauche Nichts weiter zu thun, als die Arten in *Linné's Species plantarum* in der Heimat aufzusuchen, ihnen die *Linné'schen* Namen und Phrasen anzuhängen, höchstens noch ein Citat von *Clusius, Bauhin* u. s. w. hinzuzufügen und eine neue Species einzureihen, um eine *Flora barbiensis* oder *halensis* u. s. w. vom Stapel laufen lassen zu können.

§. 37.

Es war die Zeit der Specialfloren gekommen, wo die Speciesmacherei auf die Spitze getrieben wurde. Grosse Herbarien wurden angelegt und erst, wenn man Alles so recht hübsch getrocknet, vorläufig bestimmt und in die betreffenden Packete eingereihet hatte, dann wurde genauer zugesehen, ob nicht eine neue Varietät, oder gar eine neue Species sich darunter fände.

§. 38.

So kam es, dass die neuen Species nicht nach der Beobachtung draussen, sondern nach dem Herbarium, wo alles in Ordnung war, gemacht wurden. Darum kam mancher Professor in die Verlegenheit, vor der Austheilung seiner neuen Arten, an seine Schüler oder Freunde, die Exemplare zurecht zu zupfen, hier ein ungehöriges Blatt wegzuputzen, dort einen widerspenstigen Ast zurecht zu biegen, mit einem Worte: die Natur zu verbessern[3]); darum klagte auch der ehrliche *Ehrhardt* (Beitr. I, 142): „Wenn es einmal wieder Mode wird, dass man auf freyem Felde botanisirt und die Kräuter nicht bloss aufgetrocknet und hinter dem warmen Ofen betrachtet, sondern wenn sie noch vom Thau des Himmels triefen, — dann, dann wird man noch viele Irrthümer einsehen lernen, die jetzt einer dem andern nachbetet.“

§. 39.

Indessen wuchs die Zahl der seit *Linné* entdeckten Pflanzenarten immer mehr zu einer kaum zu bewältigenden Masse an.

Zahlreiche Reisende brachten neues Material aus allen Welttheilen zusammen und die Zahl der Species wurde bald so gross, dass ein Einziger nicht mehr im Stande war, sie zu beherrschen. Wo es ein Einzelner — wie zuletzt *Kurt Sprengel* — dennoch gewagt hat, da ist das Ergebniss sehr lückenhaft und oberflächlich gewesen. So ist nun die specielle Botanik auf kleinere Kreise entweder der Erdoberfläche — auf Specialfloren — oder der Pflanzengruppen — Monographien verwiesen.

§. 40.

Unter den Männern der neuern Zeit, mit deren Auftreten der Werth des Sexualsystems und überhaupt der speciellen Botanik in gebührender Weise gewürdigt wird, ragt vor Allen hervor der Engländer *Robert Brown,* welcher im Jahre 1801 den Capitain *Flinders* nach Neuholland begleitete und von dieser Reise allein fast 4000 neue Pflanzenarten mitbrachte. Dieser merkwürdige Continent der südlichen Halbkugel lieferte dem grossen Reisenden eine Anzahl von Pflanzenformen, welche in dem Sexualsystem nicht vorgesehen waren. Das brachte ihn auf den Entschluss, die Pflanzen, die er in seinem „*Prodromus florae novae Hollandiae*“ beschrieb, nach der natürlichen Methode zu ordnen.

§. 41.

Es darf bei dieser Gelegenheit nicht unerwähnt bleiben, dass während der Herrschaft des Sexualsystems die natürliche Methode dennoch vereinzelt gepflegt worden war und ihre stillen Anhänger hatte. Schon fünf Jahre nach dem Erscheinen des Sexualsystems machte *Royen,* Professor zu Leyden, seine natürliche Methode, welche sich auf die Beschaffenheit der Cotyledonen, der Blumen und Früchte gründete, bekannt, und der grosse *Haller* folgte mit einer ähnlichen zwei Jahre darauf. *Linné* selbst gab in seiner „*Philosophia botanica*“ (1751), in seinen Fragmenten, sehr wichtige Beiträge dazu. Den eigentlichen Grund zu derselben legte jedoch *Bernard de Jussieu.* Er war (1758) zum Aufseher des königlichen Gartens zu Trianon ernannt worden, und hier war es, wo er die Pflanzen nach seiner Methode ordnete. Er selbst hat nichts Erhebliches geschrieben, selbst nicht einmal seine Methode bekannt gemacht, aber noch wenige Jahre vor seinem Tode liess sein Neffe, *Antoine Laurent de Jussieu,* dieselbe in den Memoiren der Pariser Akademie (1774) veröffentlichen. Nach dem Tode seines Oheims bearbeitete sie derselbe weiter, und im Jahre 1789 erschienen seine „*Genera plantarum secun-*

dum ordines naturales disposita," wovon *Voigt* auch eine deutsche Uebersetzung (Leipz. 1806) bearbeitete. Diese Anordnung bestand anfangs aus 14, später 15 Classen, wie folgt:

I. Acotyledonen.

1) Acotyledonie.

II. Monocotyledonen.

2) Monohypogynie.
3) Monoperigynie.
4) Monoëpigynie.

III. Dicotyledonen.

Monoclinie.

a) Apetale Blumen.

5) Epistaminie.
6) Peristaminie.
7) Hypostaminie.

b) Monopetale Blumen.

8) Hypocorollie.
9) Pericorollie.
10) Synantherie } Epicorollie.
11) Corysantherie }

c) Polypetale Blumen.

12) Epipetalie.
13) Hypopetalie.
14) Peripetalie.

---

15) Diclinie.

§. 42.

Es liegt in der Natur dieser Methode, dass, so lange uns noch nicht alle wesentlichen Erscheinungen des Gewächsreiches in dem harmonischen Zusammenhange sowol unter sich, als auch mit der ganzen übrigen Natur bekannt sind, an eine Vollendung und Abschliessung derselben nicht gedacht werden kann. Sie bildet daher den wahren Gegensatz zu dem Sexualsystem. Während dieses in sich fertig und abgeschlossen, keiner Erweiterung oder Veränderung fähig, gleichsam absolut auftritt, und mit dem Namen der Classe auch ihren absoluten Charakter ausspricht, dem sich die Natur fügen muss, sie mag wollen oder nicht; — haben den Gründern der natürlichen Methode ursprünglich keine Classen, keine Namen und keine Charaktere, sondern nur die man-

nigfaltigen Formen in ihrer natürlichen Verkettung und Verschlingung vorgeschwebt und man hat die Ketten und Schlingen, die man zunächst bemerkt, nur vorläufig mit Namen und Charakteren belegt, um durch die Mannigfaltigkeit sich nicht verwirren zu lassen und überhaupt mit der Fixirung des ewig Beweglichen und Veränderlichen, aber doch ähnlich Wiederkehrenden, einen Anfang zu machen. Darum ist keine Gruppe, kein Name, kein Charakter als etwas absolut Hingestelltes, sondern nur als etwas relativ Erkanntes anzusehen, das man ändern und verbessern kann.

§. 43.

Aenderungen sind daher auch viele mit dieser Methode vorgenommen worden, aber nicht alle sind zugleich Verbesserungen gewesen. Der leidige Dilettantismus hat sich auch hieran versucht; und seitdem sich einige berühmte Männer wie *R. Brown, De Candolle, Link* u. A. für dieselbe erklärt haben, ist es auch unter den kleinen systematischen Botanikern Mode geworden, sich derselben zuzuwenden. Der grösste Fehler, den alle neuern Systematiker begangen haben, besteht darin, dass sie das, was *Linné* richtiger Weise als „*Methodus naturalis*“ bezeichnet hatte, als „*Systema naturale*“ behandelten, wodurch ursprünglich zwei ganz heterogene Auffassungsweisen, die *Linné* absichtlich und weislich auseinandergehalten, verkuppelt wurden. Ehe wir jedoch die vorgenommenen Veränderungen näher besprechen können, müssen wir noch einen Rückblick in vergangene Jahrhunderte thun.

§. 44.

Die Fortschritte einer einzelnen Disciplin der Naturwissenschaft sind immer mit abhängig von denen der andern. Ehe daher in der mechanischen Naturlehre die Brillen und Vergrösserungsgläser erfunden waren, war das menschliche Auge auf sich beschränkt; durch jene Erfindung aber wurde das Auge in Stand gesetzt, nicht nur die Welten im unermesslichen Raume sich näher zu rücken und zu betrachten, sondern auch die Organismen bis in die kleinsten Räume zu verfolgen. Eine unendliche, bisher unsichtbare Welt öffnete sich so dem erstaunten Blick, und wie vorher in der sichtbaren, suchte auch hier der Mensch die ihm anfangs als Chaos erscheinende, kleinste Welt in eine harmonische Ordnung und mit der sichtbaren in Verbindung zu bringen.

§. 45.

Die ersten mikroskopischen Arbeiten, welche von Werth sind, rühren von *Malpichi* und *Nehemias Grew* her. Jener schrieb „*Anatome plantarum*“, 3 Theile, welche 1675—1679 in London erschienen; *Grew* schrieb „*The anatomy of plants* (1682)“. Diese Arbeiten galten lange Zeit als die wichtigsten. Unter den Nachfolgern, welche zunächst grosse Bedeutung erlangten, ragen besonders *Brisseau-Mirbel* und *Kurt Sprengel* hervor. Beide bearbeiteten wieder die ganze mikroskopische Pflanzenanatomie von Grund aus. Aber es fanden sich grosse Differenzen in ihren Resultaten, welche Veranlassung zu vielen Streitigkeiten wurden. Bald nahmen auch *Bernhardi* und *Link* an diesen Untersuchungen Theil. Da erschien im J. 1806 von der Göttinger Societät der Wissenschaften die Preisfrage, welche neue Untersuchungen über den Bau der Pflanzen verlangte. Es gingen drei Arbeiten ein, wovon die von *Treviranus* das Accessit erhielt, der Preis aber wurde den Schriften *Rudolphi's* und *Link's* zuerkannt. *Treviranus* und *Link* sind noch bis auf den heutigen Tag in diesen Untersuchungen thätig gewesen und haben sehr Bedeutendes geleistet. Bald erschien eine neue Preisschrift über die Organisation der Pflanzen von *Kieser*, welche (1812) von der *Teyler'schen* Gesellschaft in Harlem gekrönt worden war, und so mehrte sich das Interesse an diesen Untersuchungen mit jedem Tage und wuchs besonders mit der Verbesserung der Instrumente. Unter den Männern der jüngsten Zeit, welche nicht nur wichtige Beiträge geliefert, sondern diesen Theil der Wissenschaft von Grund aus reformirt haben, stehen oben an: *Mohl*, *Schleiden*, *Unger*, *Harting*, *Meyen*.

§. 46.

Die mikroskopischen Untersuchungen bieten besonders darin grosse Schwierigkeiten dar, dass man grössern optischen Täuschungen unterworfen ist, als bei der Betrachtung grosser Objecte, die man greifen und fassen und dabei leicht in jede beliebige Stellung bringen kann. Darum konnte es auch nicht fehlen, dass viele Irrthümer in die ersten Darstellungen der Pflanzenanatomie kamen, Irrthümer, deren völlige Beseitigung wol kaum jemals gelingen möchte. Hand in Hand mit diesen anatomischen Untersuchungen gingen die physiologischen und chemischen, bei welchen sich ausser den schon genannten Anatomen noch *Hales*, *Du Hamel*, *Priestley*, *Sennebier*, *Ingenhouss*, *Theodor de Saussure*, *Aubert du Petit Thouars*, *Davy*, und unter den Che-

mikern der Neuzeit besonders *Payen, Fremy, Mitscherlich* und *Mulder* hervorgethan haben.

§. 47.

Da die Anatomie der Thiere der der Pflanzen weit vorausgeeilt war, so kam es, dass man bei den letztern die Organe der erstern auffinden zu müssen glaubte. Man knüpfte jede neue Entdeckung bei den Pflanzen an eine oder die andere bekannte Erscheinung des Thierlebens, und suchte aus diesem jenes zu erklären. Schon *Malpichi* machte den Anfang. Er hatte die Tracheen bei den Insecten entdeckt und als er die sogenannten Spiralgefässe bei den Pflanzen fand, welche einige Aehnlichkeit mit jenen Organen besitzen, so glaubte er auch die Tracheen bei den Pflanzen nachgewiesen zu haben; bald wurden die Blätter für die Lungen erklärt und *Ad. Brongniart* (Annal. sc. nat. 1830) erkannte in der äussern Zellenschicht der Wasserpflanzen sogar Kiemen. *Hedwig* entwickelte seine Befruchtungstheorie der kryptogamischen Gewächse, bei denen er männliche und weibliche Geschlechtsorgane annahm, und welche er durch die gründlichsten Untersuchungen unterstützte; man sprach von lymphatischen und Lymphgefässen, ja *La Hire*, ein älterer Schriftsteller, meinte sogar, dass die Pflanzengefässe auch Klappen hätten, wie die Venen; *Dutrochet* wollte die Rudimente eines Muskel- und Nervensystems erkannt haben; man sprach ferner von Irritabilität, Sensibilität und vitaler Contractilität der Zellen, von peristaltischen Bewegungen der Saftgefässe, von einem Circulationssystem und sogar von Pflanzenexcrementen! — Um aber das Maass des Irrthums voll zu machen, suchte man noch die Meinung zu verbreiten, als könnten die Pflanzen die chemischen Elemente und unorganisch-chemische Verbindungen hervorbringen (*Sprengel*, Grundzüge der wissenschaftl. Pflanzenkunde. Leipzig 1820, p. 296). Zum Glück sind solche phantastische Ansichten von dem Pflanzenleben durch die gründlichen Untersuchungen der Neuzeit bald beseitigt worden.

§. 48.

Es konnte nicht fehlen, dass man die Resultate der Anatomie auch auf die Fortbildung des nun sogenannten natürlichen Systems anzuwenden sich bemühete. Man trennte demnach die Hauptgruppen zunächst in Zellen- und Gefässpflanzen, und letztere (nach der unrichtigen Theorie *Desfontaines'* über das Wachsthum des Monocotyledonen- und Dicotyledonenstammes) in Endogenae und Exogenae. *De Candolle* und *Lindley* haben

besonders zur Verbreitung dieser Ansichten beigetragen. Unter andern Versuchen, die man zur Verbesserung dieses Systems gemacht hat, verdient besonders der von *Endlicher,* welcher dabei durch die anatomischen Untersuchungen *Unger's* unterstützt wurde, hervorgehoben zu werden.

§. 49.

Am meisten haben indessen die mikroskopischen Untersuchungen zur genauern Kenntniss der Kryptogamen (= Zellenpflanzen) beigetragen. Die ersten wichtigen Untersuchungen dieser merkwürdigen Pflanzengruppe, deren Kenntniss wegen ihrer Kleinheit ohne Mikroskop nicht gefördert werden konnte, verdanken wir *Micheli*[4]) und *Dillen.* Ihre Arbeiten wurden noch von *Linné* benutzt. Die Untersuchung und Beobachtung der Kryptogamen ist um so wichtiger, als sich das Pflanzenleben bei ihnen in seiner grössten Einfachheit ausspricht und manche Frage nur durch die genauere Bekanntschaft mit ihnen gelöst werden kann.

§. 50.

Ihr Studium gehört zu dem schwierigern Theile der Botanik, weshalb die Zahl ihrer Bearbeiter geringer ist. Dennoch hat ihre Kenntniss seit *Linné* so an Umfang und Intensität gewonnen, dass sie mit jenen Zeiten gar nicht mehr verglichen werden kann. Obenan stehen: *Hedwig, Weber, Mohr, Hooker, Greville, Bischoff, Link, Roth, Agardh, Gaillon, Lamouroux, Leiblein, Bory St. Vincent, Berkeley, Harvey, Nees von Esenbeck, Vaucher, Bonnemaison, Fries, De Candolle, Martius, Bertoloni, Wallroth, Kaulfuss, Kunze, A. Braun, Turner, Acharius, Flörke, Persoon, Schaeffer, Bulliard, Desmazières, Klotzsch, Montagne, Decaisne, De Brébisson, Lenormand, Morgeot, Schwaegrichen, Hornschuch, Lindenberg, Gottsche, Bridel, Bruch, Schimper, R. Brown.* Ich selbst habe mich viel mit diesen Pflanzen beschäftigt, hauptsächlich aus dem Grunde, weil hier die „Systematik" mit Anatomie und Physiologie immer Hand in Hand geht, ein Vortheil, den die Kryptogamenkunde vor der Phanerogamenkunde voraus hat.

§. 51.

Zu beklagen ist, dass einige Zeit die Philosophie des Absoluten eine Anzahl Männer von der Methode, welche durch ihren glänzenden Erfolg sich bei den grössten Forschern, wie z. B. *Newton* und *Linné,* bewährt gefunden, und die selbst nicht ohne Einfluss auf die *Kant'sche* Philosophie gewesen ist, abwendig

gemacht hatte. Schon *Link* war derselben (Natur und Philosophie, 1811) mit Entschiedenheit entgegengetreten und hatte manche Irrthümer derselben dargethan; neuerlich ist *Schleiden* („*Schelling's* und *Hegel's* Verhältniss zur Naturwissenschaft, 1844") gegen ihre Anwendung in den Naturwissenschaften zu Felde gezogen, und zwar mit solcher Gründlichkeit, dass ein weiteres Eingehen in dieselbe hier überflüssig wird. Nur so viel will ich hier bemerken, dass auch ich in dieser Philosophie einen Rückschritt für die Naturwissenschaft erblicke. Ueber die neuesten Versuche, die Methode dieser Philosophie bei der Botanik in Anwendung zu bringen, werde ich unten (§. 231 u. f.) sprechen.

§. 52.

Um so erfreulicher ist es zu sehen, wie jetzt alle tüchtigen Forscher sich der inductiven Methode zugewandt haben und mit derselben täglich neue Erfahrungen zu Tage fördern.

§. 53.

Ich kann diesen gedrängten historischen Abriss nicht schliessen, ohne noch auf eine besondere Richtung im Studium der Organismen, welche durch *Goethe* angeregt worden ist, aufmerksam zu machen. In der systematischen Botanik ist es von jeher Sitte gewesen, dass man gewisse Formen, welche sich an der Pflanze bemerkbar abtrennten und einen gewissen scheinbar abgeschlossenen Entwickelungskreis hatten, oder auch nur eine gewisse Stellung einnahmen, als besondere Organe betrachtete und mit besondern Namen belegte. Diese Organe unter sich zu isoliren und so scharf wie möglich zu definiren, war besonders das Linné'sche Zeitalter und die niedere systematische Botanik bemüht; *Linné* selbst hatte in seiner *Philosophia botanica* dieses scharfe Auseinanderhalten der Organe angestrebt, dieselben definirt, und seine Worte galten als Gesetz. Als die Kenntniss der Species als das Ziel der Wissenschaft angesehen wurde, war jenes Zerstückeln des Organismus, jenes Auseinanderhalten seiner Organe, ja die Auffindung neuer, nothwendig damit verknüpft, denn es förderte die Theilung der Formen ungemein. Wer nun fremd an die Wissenschaft herantrat, hatte sich erst durch das Lexicon einer monströs angeschwollenen Terminologie durchzuarbeiten, welcher zwar eine künstliche Ordnung, aber keine organische Verknüpfung zu Grunde lag. Diese ungeheuern Specialien, die nun theils in der Terminologie, theils in der systematischen Botanik zu überwinden waren, ehe man es nur einigermassen zu einem erquicklichen Standpunkte

bringen konnte, schreckten manchen guten Kopf von derselben ab. Auch *Goethe* ging es so. In einem Gespräche mit *Eckermann* sagt er: „In die Botanik war ich auf empirischem Wege hereingekommen. Nun weiss ich noch recht gut, dass mir bei der Bildung der Geschlechter die Lehre zu weitläufig wurde, als dass ich den Muth hatte, sie zu fassen. Das trieb mich an der Sache auf eigenem Wege nachzuspüren und dasjenige zu finden, was allen Pflanzen ohne Unterschied gemein wäre, und so entdeckte ich das Gesetz der Metamorphose". Das wol nicht, aber etwas Anderes, was er gar nicht wusste, nämlich eine neue Methode der Botanik, welche der bisherigen „specifischen" den ersten Schlag versetzte, indem er die Entwickelungsgeschichte der Pflanzenorgane zuerst zur Sprache brachte.

„Werdend betrachte sie nun wie nach und nach sich die Pflanze,
Stufenweise geführt, bildet zu Blüte und Frucht."

§. 54.

Dieses „Werdend betrachte sie nun" ist gewichtiger, als alle Resultate, die er bei seiner Betrachtung fand, denn es änderte die bisherige Methode, welche die Pflanzen und ihre Theile als etwas Fertiges ansah und dadurch das Werdende als etwas Fertiges festhalten wollte. Das fühlte man, wenn man auch die Wirkung jener Worte und ihre Tragweite noch nicht klar durchschauete. Wäre es nicht *Goethe* gewesen, man würde gar keine Notiz davon genommen haben; wie auch wirklich manche Systematiker die Goethe'sche Anschauung mit einer vornehmen lächelnden Miene eine poetische nannten. Ja, es war auch eine poetische, insofern man darunter die Empfindung der höchsten Schönheit, gepaart mit höchster Wahrheit, versteht. Darum fand auch der grosse Poet, der sich in seinen bessern Productionen immer nur von wahren, nie von überschwenglich krankhaften Empfindungen und von fabelhaften Einbildungen beherrschen liess, so leicht den richtigen Ausdruck, als er, ohne den terminologischen Wust, in grösster schönster Einfachheit seine „Metamorphose der Pflanzen" schrieb.

§. 55.

Prof. *Voigt* in Jena war einer der ersten, die sich zu Gunsten dieser Lehre erklärten, und *Willdenow* sowol, wie *Usteri* hatten sich vortheilhaft über dieselbe geäussert, wodurch sich *Goethe* sehr geschmeichelt fühlte. *Sprengel* schwärmte für *Goethe,* wenn er in seinen Vorlesungen der Stunden erwähnte, die er

mit dem grossen Dichter im botanischen Garten und im Zwiegespräch über die Pflanzenmetamorphose verlebt hatte.

§. 56.

Dennoch aber hat wol erst *De Candolle,* nicht eigentlich von der Goethe'schen Lehre, sondern von der neuen Methode einigen wirklichen und nicht ganz erfolglosen Gebrauch gemacht, wovon seine „*Théorie du Développement*“ Zeugniss gibt. Ihre eigentliche Weihe empfing sie jedoch erst durch *Robert Brown,* als derselbe zuerst den richtigen Bau der Euphorbien, der Orchideen und der Coniferen mittelst ihrer Anwendung lehrte. Seitdem haben sich die kräftigsten Geister dieser Lehre, welche man mit dem Namen der Morphologie — zum Unterschiede von der frühern geistlosen Terminologie — belegt hat, zugewandt, unter denen *Schleiden* in Jena oben an steht. So hat sich schon jetzt die Morphologie der Pflanzen zu einem schönen harmonischen Gebäude zu entwickeln angefangen. Leider aber sieht man hieran wieder, dass alte versteifte und verknöcherte Gewohnheiten auch in der Wissenschaft nur sehr langsam ausgemerzt werden können. Die Anhänger der niedern systematischen Botanik, deren Ziel noch in einer sogenannten „guten Art“ besteht, haben nichts gelernt und nichts vergessen. Erst im vergangenen Jahre haben einige Floren den Beweis davon geliefert. Um so erfreulicher dagegen ist es, wenn man die Arbeiten *Döll's* (Rheinische Flora), *Röper's* (Z. Flora Mecklenburgs. Rostock.) und einiger Andern betrachtet, in denen die systematische Botanik ihre richtige Würdigung gefunden hat.

II. Methode.

§. 57.

Das ganze Streben der Wissenschaft geht nach Einheit. Nun ist aber bisher der (historische) Grund hiervon ein verschiedener gewesen, nämlich hier ein idealer, dort ein realer. Wir wollen jenen, um ihn noch näher zu bezeichnen, das Moralprincip, diesen das Naturprincip nennen. Es handelt sich jetzt darum, welches Princip als das oberste, welches als das untergeordnete zu betrachten ist. Es ist diese Untersuchung die wichtigste, weil von ihr die ganze Methode für die Wissenschaft abhängig ist.

§. 58.

Sie beantwortet zugleich die Frage: beruht der Glaube auf dem Wissen oder das Wissen auf dem Glauben? Da zeigt sich denn sofort, dass die Wissenschaft, so wie sie in die Erscheinung treten will, den Glauben schon jedesmal voraussetzt, nämlich den Glauben, dass der veränderlichen objectiven Erscheinung, welche sie untersucht oder untersuchen will, etwas Wahres zu Grunde liege.

§. 59.

Daher ist der Glaube an die Wahrheit die Grundlage jeder wissenschaftlichen Forschung. Dieser Glaube ist aber durchaus sittlicher, moralischer Natur, daher auch das Moralprincip als das oberste in der Wissenschaft zu betrachten ist. Soll nun aber die sittliche Gewalt des Glaubens eine durchaus unbedingte sein, so kann derselbe nicht in den, erst durch die Forschung erkannten und bedingten Wahrheiten wurzeln, sondern er muss seinen Ursprung von der unbedingten ewigen Wahrheit herleiten, welche zugleich die Wahrheit der Schönheit, die ewige Liebe ist, Gott — Gott über der Welt — Gott vor der Welt — Gott als Ursache der Welt.

§. 60.

Und so fussen wir nun auf dem reinen Christenthume, dessen Glaube, wie wir gesehen haben, ursprünglich kein physikalischer, sondern ein rein moralischer Begriff ist, der über allen andern Begriffen steht und dem daher auch alle andern untergeordnet werden müssen.

§. 61.

Wir mussten diesen Grund erst suchen, weil alles Folgende erst seine Festigkeit dadurch bekommt. Allen grossen Forschern ist derselbe Bedürfniss gewesen, und Keiner hat ohne denselben in der Naturwissenschaft etwas Grosses ausgerichtet [5]. Aus ihm aber folgt unwiderruflich:

1) Es gibt nur Eine Absolutheit, nicht mehrere.

2) Alle Dinge sind dieser Absolutheit unterworfen, stehen also nur durch Unterordnung, nicht durch Bei-, noch weniger durch Ueberordnung mit derselben in Verbindung.

3) Das Verhältniss der Dinge unter sich ist, eben weil die Dinge bedingt sind, nur ein relatives.

4) Daher kann auch unsere Erkenntniss und unser Wissen von den Dingen nur ein bedingtes sein.

5) Ist das, so muss jede wissenschaftliche Darstellung dem Zweifel unterliegen.

6) Der Zweifel beunruhigt, in ihm ist kein Verharren, darum fordert er eine weitere, tiefergehende Untersuchung und Prüfung, bis die moralische Gewissheit — das mit meinem Innern im Einklang stehende Wissen — erreicht ist.

7) Diese moralische Gewissheit ist das Ziel, was jedem Menschen vorschwebt, jedem Menschen erreichbar ist, jedem Menschen völlige innere Befriedigung gewährt [6].

8) In dem Zweifel an unserer Erkenntniss und unserm Wissen ist der Fortschritt der Wissenschaft und der Menschheit — die Annäherung zur Vollkommenheit begründet; in dem Zweifel an Gott aber ruht der Fluch des Stillstands, der Unwahrheit, des Untergangs der Völker.

So hätten wir die Grundlinien gezeichnet, welche der weitern Entwickelung der Methode als leitende Principien dienen sollen.

§. 62.

Die Naturwissenschaft geht auf Erkenntniss der Natur aus, diese Erkenntniss gründet sich auf die unmittelbare Anschauung der wirklichen Erscheinungen. Es kann daher diese

Erkenntniss nicht aus Büchern gewonnen werden, denn die Bücher können 1) nur den Weg angeben, welchen der Erkenntniss Suchende gehen soll; 2) Beispiele angeben, wie von Andern diese Erkenntnisse gewonnen wurden; 3) die gewonnenen Erkenntnisse als Erfahrungen Anderer mittheilen.

§. 63.

Um jedoch nicht allen Umwegen und Irrthümern wieder ausgesetzt zu sein, die die Wissenschaft erfahren und durch erleuchtete Männer in derselben schon beseitigt sind, hat der Lernende sich zunächst mit dem Standpunkte der Wissenschaft bekannt zu machen und sich dazu der mündlichen oder schriftlichen Belehrung zu bedienen. Die mündliche führt, wenn sie mit zweckmässiger unmittelbarer Demonstration verknüpft ist, schneller zum Ziele, die schriftliche langsamer, aber sie ist bei nöthiger Ausdauer gründlicher, weil man, nach Bedürfniss, länger bei dem Gegenstande verweilen kann und dieselbe in der Regel auch eine grössere Anstrengung veranlasst. Bei der Belehrung ist die Benutzung von Sammlungen und Abbildungen unerlässlich, sie sind aber auch bei weiterer Forschung unentbehrlich.

§. 64.

Nicht minder ist es nöthig, dass sich der Lernende die hinreichende Geschicklichkeit im Präpariren und Experimentiren aneigne. Ich muss gleich von vornherein erklären, dass es nur Eine Naturwissenschaft gibt, und dass, wenn man dennoch eine Trennung derselben in die verschiedenen Disciplinen vorgenommen hat, dies nur darum geschehen ist, um so die Massen von Einzelnheiten, deren Darlegung und vollständige Bewältigung jeder gründlichen Erkenntniss eines Ganzen vorangehen muss, leichter, schneller und sicherer zu überwinden. Aber es greift die eine Disciplin in die andere über und nur der wird von irgend einem Gegenstande sich gründlich unterrichten können, welchem sein allgemein wissenschaftlicher Standpunkt gestattet, ihn von allen nur möglichen Seiten zu betrachten [7]).

§. 65.

Ich habe oben gesagt, dass die ganze Naturwissenschaft auf der Anschauung beruhe. Es leuchtet ein, dass hier nur von einer zunächst physischen (= wirklichen) Anschauung des Objects mittelst des physischen Auges die Rede sein kann und dass dieses Auge dann auch nur das Physische an dem Object, d. i.

seine wirkliche Erscheinung, also nicht seine Idee, sein Wesen, erblicken kann. Aber das physische Auge trägt die Erscheinung über auf das psychische Auge, durch welches dieselbe dem Geiste zum Bewusstsein kommt. Dieses erste Wissen von dem Object ist noch ein isolirtes und wird als Wahrnehmung bezeichnet, ein schönes, passendes Wort, denn das geistige Auge nimmt das für wahr hin, was ihm das leibliche bringt.

§. 66.

Aber die blosse vereinzelte Wahrnehmung befriedigt nicht, sie ist an sich für den Geist werthlos; denn nur im Verknüpfen der Wahrnehmungen, also im Schaffen besteht sein eigentliches Wesen. So werden nun die Wahrnehmungen zu Erfahrungen und nur diese sind mittheilbar, während jene unmittelbar erworben werden müssen. Wir müssen diesen Unterschied nothwendig festhalten, weil aus ihm nur der Werth einer erworbenen Erkenntniss beurtheilt werden kann. Wahrnehmungserkenntnisse sind reinere Erkenntnisse als (mittelbare) Erfahrungserkenntnisse, weil sie durch unmittelbare Anschauung erworben werden, also nicht erst ein Mittel vorhanden ist, wodurch die Erscheinung geschwächt oder verändert wird. Das letztere ist bei mittelbaren Erfahrungserkenntnissen immer der Fall. Aber die letztern haben den Vortheil für sich, dass sie schon geordnet und verbunden sind, wodurch sie vom Geiste leichter aufgenommen werden können. Darum sind sie dem Lernenden zu empfehlen, weil er durch sie allein in den schnellen Besitz der historischen Wissenschaft kommen kann.

§. 67.

Die Wissenschaft ist das vom Geiste geschaffene Wissen. Es leuchtet ein, dass, wer nicht ein blosser Lehrling bleiben, wer sich von der Wahrheit des durch die Wissenschaft Erfahrenen überzeugen, wer selbst an dem weitern Fortbau der Wissenschaft thätig sein will, seine Erkenntniss aus unmittelbaren Anschauungen schöpfen muss. Sie sind die einzigen Quellen des Naturforschers, nicht die Bücher, und es liegt ein grosser Vortheil für ihn darin, dass diese Quellen überall für ihn vorhanden, und rein und wahr sind.

§. 68.

Dreierlei ist es, was wir an der Natur bemerken:

1) Gestalt; an dieser sind zur nähern Bestimmung die

Form- und Grössenverhältnisse in Betracht zu ziehen, welche ihre genauere Begründung durch die Anwendung der reinen Formen- und Grössenlehre = Mathematik finden.

2) Bewegung; sie wird erläutert durch die reine Bewegungslehre (Mechanik, Dynamik).

3) Stoff; seine Verschiedenheiten werden erkannt mit Hilfe der Chemie [8]).

§. 69.

Wir sehen hieraus, dass die Darstellung der Naturwissenschaft die wissenschaftliche Bewältigung der Form und Grösse, der Bewegung und des Stoffes voraussetzt. Aber unsere Kenntniss vom Stoff ist, vermöge des unvollkommenen Zustandes der organischen Chemie, nur eine mangelhafte, und dasselbe ist auch der Fall mit der Dynamik, welche nicht eher den Namen einer vollständigen Wissenschaft verdient, bis man sich des Ursprungs und Zusammenhangs aller noch in der Physik geltenden verschiedenen Grundkräfte und ihrer Wirkungen aus einer einzigen Urkraft klar bewusst ist.

§. 70.

Anders ist es mit der reinen (psychischen) Anschauungs- und Bewegungslehre, welche von den sinnlichen Erscheinungen ganz unabhängig ist. Hier können daher Gesetze gefunden und mittelst derselben Eigenschaften und Verhältnisse von Thatsachen (doch auch nur bis zu einer gewissen Grenze) construirt werden; in der physischen Welt dagegen finden wir statt der Gesetze nur Regeln. Eine Regel schliesst die Ausnahme ein, das Gesetz nie. Mittelst dieser Regeln sind wir nun im Stande, unsere durch unmittelbare Anschauung gewonnenen Erfahrungen in eine wissenschaftliche Verbindung zu bringen. Es leuchtet ein, dass es hiernach keine reine Naturwissenschaft geben kann; auch sind alle Versuche, dieselbe auf rein idealem Wege zu begründen, nutzlos gewesen.

§. 71.

Wir kommen nun zur nähern Bezeichnung der Botanik. Der Mensch hat schon frühzeitig als Bestandtheile unsers Erdkörpers lebendige und leblose, oder mit andern Worten: organische und unorganische Körper unterschieden, ferner die organischen in Pflanzen und Thiere. So entstanden die sogenannten drei Naturreiche: das Thierreich, Pflanzenreich und Mineralreich, welches letztere die unorganischen Körper enthielt.

§. 72.

Linné charakterisirte die Naturkörper nun folgendermassen: *mineralia crescunt; vegetabilia crescunt et vivunt; animalia crescunt, vivunt et sentiunt.* Aber *Linné* verstand unter den Mineralien bloss *„lapides"* also nur die starren unorganischen Körper unserer Erde, nicht zugleich die flüssigen, wie z. B. Luft und Wasser, die auch unorganische Körper sind, wie die Steine. Da ist es aber mit dem „Wachsen" der unorganischen Stoffe eine missliche Sache, wenn es auf die Luft und das Wasser Anwendung finden soll. Auch dürfen wir bei solchen allgemeinen Bestimmungen, selbst wenn wir bei den starren Anorganismen stehen bleiben wollten, uns nicht an einzelne hervorragende Erscheinungen halten, sondern müssen alle mit zu Rathe ziehen. Da kommt aber ein eigentliches Wachsen, d. i. ein normales Vergrössern eines Einzelwesens, nur beim Krystall vor. Alles Uebrige, Formlose, Zusammengeflossene, Nichtindividualisirte, wenn auch starr, müsste daher von dem Begriff des unorganischen Körpers oder wenigstens des Minerals ausgeschlossen sein, was aber noch Niemand gethan hat. Denn die formlosen [9]) Körper sind ja auch Körper und man müsste für sie ein besonderes Reich gründen, wenn man sie nicht unbeachtet lassen will.

§. 73.

Das Wachsen kann also nicht der allgemeine Charakter der Anorganismen sein, weil es nur da stattfindet, wo vorher die Individualisirung eingetreten ist. Da jedoch diese bei der Pflanze und noch mehr beim Thiere sich immer entschiedener herausstellt, so gehört diese Erscheinung allerdings mit zu den wesentlichen dieser Körper.

§. 74.

Die Pflanzen und Thiere leben. Das was wir Leben nennen, hat gewöhnlich eine sehr verschiedene Bedeutung; hier im *Linné'schen* Sinne heisst es das Körperleben im engern Sinne, oder das organische Leben. Dieses organische Leben besteht aber ebensowol in der Bildung und Umbildung des Stoffs als der Form, und da zeigt sich in Bezug auf den ersten, dass derselbe in einer geringen Anzahl chemischer Elemente besteht, während zur Bildung der Anorganismen alle Elemente beitragen. Was nun die Form der Organismen betrifft, so ergibt sich, dass sich dieselbe auf einer gewissen Stufe nie offen bildet, wie der Krystall, sondern immer innerhalb einer Hülle, und dass die Form, wenn sie zu Tage treten soll, nur durch den Act der

Enthüllung, den wir auch Entwickelungsprocess nennen, stattfindet. Dieser Process ist die Geschichte des Organismus; und da er vom Anfang bis zum Ende verfolgt sein will, wenn er verstanden werden soll, so sind dazu eine vollständige Reihe von Wahrnehmungen nöthig. Diese Wahrnehmungsweisen werden unter dem Ausdruck Beobachtung verstanden, und es geht aus der Natur der Organismen selbst hervor, dass sie nur durch die Beobachtung richtig erkannt werden können,

§. 75.

Die Thiere empfinden. Die Empfindung ist eine rein subjective Erscheinung, die wir an andern Dingen ausser uns gar nicht unmittelbar beobachten können, sondern wir schliessen nur aus Analogie, dass dieser oder jener Körper Empfindung haben müsse. So schliessen wir z. B. auf die Empfindung eines Thieres, wenn dasselbe in Folge eines angewandten Reizmittels gewisse Bewegungen macht. Man kann allerdings sagen, dass alle wahren Thiere die Empfindung des Hungers haben müssen, weil sie darauf angewiesen sind, sich die Nahrung zu suchen, also einen Act ihres eignen Willens vollziehen. Aber es gibt ja auch Empfindungen, welche willenlose Bewegungen bei den Thieren veranlassen und darum nicht weniger thierische sind. Es hält schwer, ja es ist unmöglich, hierbei ins Klare zu kommen. Denn wollte man aus jeder ungewöhnlichen Bewegung, welche ein organischer Körper in Folge eines Reizmittels ausübt, auf Empfindung schliessen, so müsste man diese dann auch den Pflanzen zusprechen, die sich nach dem Lichte hinbewegen; man müsste sie insbesondere den Mimosen beilegen, die bei der Berührung die Blätter zusammenlegen. Sie könnte dann vielleicht als ein Eigenthum der ganzen organischen Welt beansprucht werden und zwar um so mehr, als dieselbe von der niedersten Pflanze bis zum Menschen gegen die Temperatur empfindlich ist. Dass diese Empfindlichkeit bei uns wahres Gefühl ist, wissen wir, aber wir wissen es keineswegs, ob dieselbe bei einer Hydra oder Musa mit der unsrigen oder mit der des Thermometers zu vergleichen ist. Darum können auch Charaktere, wie der eben erörterte, nicht unbedingt zu Begriffsbestimmungen in der Naturwissenschaft dienen.

§. 76.

Auch die willkürliche Bewegung kann nicht zur Bestimmung des Thieres dienen, weil auch diese nicht an allen Thieren beobachtet werden kann, so wenig, wie die Empfindung.

§. 77.

Man hat ferner die Anwesenheit eines Verdauungsorgans — Magen — als Bedingung des Thierlebens festgestellt, und in den allermeisten Fällen kann das genannte Organ auch als ein sicheres Kriterium dienen, aber nicht in allen, nämlich bei sehr kleinen Thieren, wo man selbst durch die sogenannte Fütterung mittelst der Farbestoffe [10]) nicht weiss, ob dieselben verschluckt, oder durch mechanische Anziehung in irgend eine Höhlung des fraglichen Organismus gekommen sind.

§. 78.

Man hat endlich die chemische Zusammensetzung bei der Unterscheidung der Thiere und Pflanzen zu Rathe gezogen und glaubte gefunden zu haben, dass die Pflanzen aus C, H und O, die Thiere dagegen aus C, H, O und N bestünden. Abgesehen von den anorganischen Bestandtheilen, die sich bei den Organismen oft als nothwendiger Bestandtheil vorfinden, ergibt sich allerdings, dass die Hauptmasse des Pflanzenkörpers aus stickstofffreier Substanz gebildet ist, während bei der des Thierkörpers die stickstoffhaltige Substanz vorwiegt; aber es gibt vielleicht keine einzige Pflanze, welche ganz ohne einen stickstoffhaltigen, und kein Thier, welches ohne einen stickstofffreien Bestandtheil wäre. Sonach stellt sich auch hierbei heraus, dass dieser Unterschied in keinem entschiedenen Gegensatze, sondern nur in einem Mehr oder Weniger besteht.

§. 79.

Das könnte uns aber zu der Frage berechtigen, ob denn überhaupt ein Unterschied zwischen Thier und Pflanze in der Natur vorhanden, oder ob er nur eingebildet sei? Wir können allerdings den Unterschied nicht eher als wirklich vorhanden ansehen, bis derselbe auch richtig begründet ist. Es ist dies eine unabweisliche Forderung der inductiven Methode, der einzigen, welche uns bei der Naturforschung Sicherheit gewährt, der einzigen, welche uns gegen eingebildete Kenntniss schützt. Aber daraus, dass irgend Etwas noch nicht wissenschaftlich begründet werden kann, folgt noch nicht, dass eine Begründung überhaupt nicht möglich wäre. Der Mensch hat auch hier, wie überall, anfangs den Unterschied bloss herausgefühlt, ohne dass ihm dabei ein klares Bewusstsein zur Seite gestanden hat. Aber dieses Gefühl, das seinen Grund in dem unmittelbaren sinnlichen Eindruck hat, wird gestärkt und

verfeinert durch Wiederholung, durch Uebung. Wir werden auch von ihm geleitet, ohne dass wir es merken, weil es durch den unmittelbaren Rapport mit der Sache geweckt wird. Dieses Gefühl ist daher nichts Eingebildetes, sondern etwas Wirkliches und es kommt namentlich beim ächten Naturforscher am höchsten entwickelt vor. Es ist dasselbe, was man in der systematischen Pflanzenkunde den „botanischen Blick" nennt. Nach diesem, durch den unmittelbaren Eindruck geweckten Gefühle hat *Jussieu* sein System gegründet, hat *Linné* seine Gattungen gemacht, nach denen er erst den Charakter entwarf, wenn sie schon von ihm bestimmt waren. Darum sagt er auch: *„scias characterem non constituere genus, sed genus characterem"*.

§. 80.

Und woher kommt es, dass dieses reine Gefühl so sicher leitet? — Es ist der Totaleindruck, den man von dem Object beim ersten Anblick erhält, in welchem noch Etwas enthalten ist, was die Analyse nie vollständig herausbringt — die Idee, das Wesen des Dinges, das ich sofort als etwas in mir Vorhandenes, aber noch nicht Gewusstes ahne, mit Gewissheit ahne, also glaube, ehe ich es begriffen habe. Und diese Ahnung, die immer durch jede wiederholte Betrachtung von neuem auftaucht und verstärkt wird, leitet mich immer wieder auf die Idee zurück.

§. 81.

Wenn es uns vergönnt wäre, den Totaleindruck — die Idee — aussprechen zu können, so würden wir allerdings bald die vollendete Wissenschaft haben, vollendet und gut, wie die Dinge, aus der Hand Gottes hervorgegangen. Aber wir stehen da, versenken unsern Blick in die Schönheit, in die Vollkommenheit der Natur, erkennen in ihr die Güte des Schöpfers, werden durch das unmittelbare Ergriffenwerden der Idee begeistert; aber sie wirkt in ihrer Fülle so gewaltig auf uns, dass sie uns wieder erdrückt, wir finden keine Worte, keine Sprache für sie, — wir erkennen vielmehr, dass sie unaussprechlich ist. Das ist aber das tiefste (religiöse) Gefühl, was der Mensch haben kann, weil keins, als dieses, seine Schwäche, seine Ohnmacht, seine Abhängigkeit von Gott so sehr bezeugt, als die Unaussprechlichkeit der Natur in der Totalität.

§. 82.

Darum bleibt ihm nichts weiter übrig, als die Dinge zu

zergliedern und sich von der unendlichen Fülle und Grösse in das Kleine, Einzelne, Beschränkte, seinem Vermögen Angemessene zu begeben, weil er nur dies umfassen und begreifen kann. Darum ist auch sein Wissen zerstückt, beschränkt, wie unendlich auch seine Ideen sind, mittelst denen er fähig wird, seinen Gott zu glauben.

§. 83.

Die Welt ist für den Menschen unendliche Vielheit und er kann sie nur begreifen, wenn er sie in endliche Einheiten fasst. Er kann aber die grössten Welteinheiten nur überschauen, wenn sie in gewisser Ferne, also verkleinert, vor ihm sind, wie die Sterne, und die kleinsten, wenn er sie seinem feinsten und schärfsten Tastsinne — dem Auge — in die gehörige Nähe bringen kann, also vergrössert, wie die Moleküle. Sein Begreifen mittelst der Sinne ist daher von der Grösse der Dinge abhängig, die seiner eigenen Grösse angemessen sein muss, und er beherrscht alsdann dieselben um so mehr, je mehr Mittel er entdeckt, jenes beschränkte Verhältniss, welches seine eigene, nackte physische Natur darbietet, zu erweitern und sich von ihr möglichst unabhängig zu machen. Beim Begreifen des Gegenstandes sucht er zunächst eine Schranke, die denselben von dem nächstliegenden Gegenstande trennt, weil er ohne diese Schranke denselben nicht fassen kann. Jetzt hat er den ersten beschränkten Begriff des Dinges. Dieser genügt aber nicht, weil er ein einzelner und oberflächlicher ist und desshalb keinen wissenschaftlichen Werth hat. Bei einer genauen zweiten Betrachtung findet er, dass derselbe Gegenstand nicht mehr der gleiche ist, und eben so ist es bei der 3ten, 4ten bis n^{ten} Betrachtung. Er findet also bei näherer Vergleichung, dass er es mit einem veränderlichen Gegenstande — einem Differentiale — zu thun hat, und dass er bei vereinzelten Betrachtungen auch nur vereinzelte Zustände desselben finden könne. Dadurch stellt sich nothwendig heraus, dass ein veränderlicher Gegenstand nur richtig erkannt und beurtheilt werden kann, wenn man ihn von seinem Anfang bis zu seinem Ende beobachtet, d. h. seine Bildungsgeschichte studirt; so nur bekommt er ihn als Ganzes — als Integral.

§. 84.

Wenn der Anfang des Gegenstandes zugänglich wäre, so müsste auch sein Unterschied erkannt werden. Weil das aber nicht ist, so bleibt derselbe problematisch. Es kann

daher hier nur von dem bemerkbaren Anfange die Rede sein. Er ist in der Wirklichkeit da, wo der wahrnehmbare relative Unterschied anhebt.

§. 85.

Der Anfangsgrund liegt für uns um so tiefer verborgen, je umfassender der Begriff ist, den wir suchen wollen, er liegt um so offener, oberflächlicher da, je specieller er ist. Daher sind auch solche, bloss die Kenntniss der Species betreffende Studien nur oberflächliche, die an und für sich auch nur einen niedern ästhetischen Werth haben.

§. 86.

Und so kommt es, dass gerade die Feststellung des relativen Unterschiedes zwischen Pflanze und Thier eine der schwierigsten Aufgaben der Naturwissenschaft ist. Wir lassen sie daher auch jetzt auf sich beruhen, weil wir noch öfters darauf zurückkommen müssen. Vor der Hand aber setze ich voraus, dass der Leser den Anblick von verschiedenen Pflanzen und verschiedenen Thieren gehabt habe und also wisse, was man im Allgemeinen darunter verstehe. Mehr bedarf es zunächst nicht, denn der möglichst deutliche und klare Begriff der Pflanze soll ja erst durch das ganze Buch dargestellt werden, wesshalb ich daher auf den Abschluss desselben vertrösten muss. Es genügt, dass der Verfasser sich seines Gegenstandes möglichst klar bewusst ist.

§. 87.

Der Gegenstand des botanischen Studiums ist die Pflanze in ihrem ganzen Umfange. Also nicht diese und jene, sondern alle möglichen Pflanzen, aus allen Zonen und Regionen unsers Erdballs, aus dem Wasser, der Erde und der Luft. Es leuchtet ein, dass die Erforschung aller eine Unmöglichkeit ist. Daher ist es nöthig beim Studium eine Auswahl zu treffen. Man geht dabei so zu Werke, dass man von den verschiedenen Formengruppen gewisse Repräsentanten derselben zur genauern Untersuchung und Beobachtung wählt. Da man aber hierbei, in Folge des jetzigen Standpunktes der Wissenschaft, auf gut Glück wählt, so kommt es, dass man nicht immer das Beste von vornherein trifft. Demnach muss auf diese Weise die Erkenntniss eine lückenhafte bleiben. Sie würde selbst bei dem gründlichsten Studium keine Einsicht von der Verknüpfung specieller Formen geben; desshalb ist es nothwendig, dass jeder Botaniker vom Fach auch auf diesem Felde sich Erfahrungen gesammelt habe. Diese können

aber nur dann von Belang sein, wenn sie sich weder auf einen zu engen Formenkreis noch auf eine Gegend beschränken, die keine oder nur unbedeutende klimatische Abwechselung darbietet. Namentlich aber darf weder das Studium der niedern, noch das der höhern Gewächsformen isolirt dastehen, sondern beide müssen miteinander verknüpft werden.

§. 88.

Dennoch können hierüber nur Winke, keine Vorschriften gegeben werden, weil das Studium der speciellen Botanik sehr von äussern Umständen abhängt, so dass jeder Botaniker von Profession neben seinen starken Seiten immer seine schwachen besitzt. Es hat eben Jeder von ihnen seine „Linde“ oder seinen „Apfelbaum“ vor der Thür [11]).

§. 89.

Um nun diesem Uebelstande einigermassen abzuhelfen, werden Sammlungen von getrockneten (Herbarien) oder lebenden Pflanzen (botanische Gärten) angelegt. Wie sehr man auch den Werth der Sammlungen von den verschiedenen Seiten verkennt, so sind sie doch für den Botaniker unentbehrlich. Sie unterstützen das Studium auf eine sehr fruchtbare Weise und können durch kein anderes Mittel ersetzt werden. Den Totalanblick von wissenschaftlich geordneten Gruppen kann man nur durch Sammlungen gewinnen. Aber ich muss dabei aufmerksam machen, dass die meisten Anfänger, durch das niedere oder oberflächliche ästhetische Gefühl verführt, oft die natürliche Lage der Theile beim Trocknen verzerren und verbiegen, auch die Presse so gewaltig wirken lassen, dass man nach dem Trocknen die Pflanze nur selten noch zur Untersuchung gebrauchen kann.

§. 90.

Solche Theile, wie viele Früchte, welche durch die Presse verdorben werden, muss man freiliegend trocknen und in Gläsern, Kästchen oder Schachteln aufbewahren. Saftige und zarte Gegenstände, welche durchs Trocknen unkenntlich werden, bewahrt man am besten in schwachem Weingeist von 50—62% auf. Man kann solche selbst zu mikroskopischen Untersuchungen benutzen. Manche schleimige weiche Pflanzen, z. B. Algen und Pilze, kann man ausser in Weingeist auch auf Papier oder Glimmer (ungepresst) auftrocknen lassen [12]).

§. 91.

Zarte fädige Formen, welche im Wasser gewachsen sind, breitet man in einer flachen Schüssel auf Papier unter Wasser aus, zieht dieselben mit dem Papier vorsichtig heraus, lässt sie von dem grössten Theile des Wassers abtrocknen, belegt sie mit einem mit Stearin getränkten feinen Papier (damit sie nicht auf der obern Seite ankleben), bringt sie dann zwischen Fliesspapier unter eine Presse und wechselt das letztere, bis sie trocken sind. Flechten und die dauerhaftern Pilze werden am besten in Kästchen — wie die Mineralien — aufbewahrt. Ebenso Hölzer zu mikroskopischen u. a. Untersuchungen. Aber man darf nie vergessen, dass eine Sammlung nur zum Nothbehelf dient. Zur genauern Untersuchung muss durchaus die lebende Pflanze gewählt werden und da ist ein Garten, wenn auch noch so klein, von grossem Werth.

§. 92.

Viele Gegenstände kann man sich auch im Zimmer ziehen. Ich habe schon seit vielen Jahren neben verschiedenen Farrnkräutern und Moosen in Töpfen unter Glasglocken auch Algen in Wassergläsern gezogen. Besonders eignen sich dazu grosse Medicingläser, in welche man die Algen mit gewöhnlichem Wasser aus dem Fluss oder dem Brunnen bringt. Diese Gläser werden durch einen Papierdeckel vor Staub geschützt, und sie gewähren vor andern Gläsern mit weiter Oeffnung den Vortheil, dass das Wasser nur sehr unbedeutend verdunstet. Ein solches Glas habe ich nun mit seinem Inhalt bereits seit 12 Jahren stehen, ohne eine andere Mühe davon gehabt zu haben als vielleicht ein- bis zweimal des Jahres das verdunstete Wasser durch frisches zu ersetzen.

§. 93.

Da ein Einziger nie das ganze Material, selbst wenn er darüber nach Willkür verfügen könnte, zu bearbeiten fähig ist, so muss er schon die Arbeiten Anderer benutzen. Aus den Erfahrungen sämmtlicher urtheilsfähiger Forscher kann erst die Wissenschaft aufgebaut werden.

§. 94.

Als unfähige Forscher müssen diejenigen betrachtet werden:

1) Welche sich wegen allgemeiner Geistesschwäche nicht auf den Standpunkt der höhern Wissenschaft emporschwingen können. Solche finden meist nur Gefallen an der äussern

Form, den bunten Farben, begnügen sich mit dem Namen des Dinges, merken sich höchstens einige Synonyme dazu, streiten sich über Arten und Varietäten, jagen gern Seltenheiten nach, wissen von einzelnen Sachen artige Anekdötchen zu erzählen, haben oft sehr schöne Sammlungen, machen bei ihren Bekanntmachungen gern lange historische Einleitungen, und sind nie zu belehren.

2) Welche nicht wahr und redlich sind. Als warnendes Beispiel für unsere Jugend führe ich den verunglückten *Corda* an, von dem selbst seine intimsten Freunde sagten, dass ihn seine reiche Phantasie von dem richtigen Wege abgebracht hätte; — mit einem Worte: er war unwahr. Er hat viele Arbeiten hinterlassen, von denen man keine ohne Misstrauen betrachten kann. Sie sind daher für die Wissenschaft verloren.

3) Welche keine gesunden Augen haben. Ein gesundes scharfes Auge ist erstes, nothwendigstes Bedürfniss für jeden Naturforscher. Wer aber daran Mangel leidet, möge sich hüten, mehr leisten zu wollen, als sein eigenes Bedürfniss verlangt. Es gibt Personen, welche die eine oder die andere Grundfarbe mit ihrem physischen Auge nicht erkennen. Wer daher kein Blau sieht, sieht auch kein Grün, kein Violet und keine von den Farbennuancen, wo die genannten Farben vorkommen. Ist derselbe ehrlich genug und gesteht diesen Mangel, wie *F. A. Römer* in der Vorrede zu seinen „Algen Deutschlands", ein, so kann man sich danach richten und vor den Urtheilen solcher Schriftsteller über Farben sich dadurch sicher stellen, dass man keinen Werth darauf legt [13]); ist aber das nicht der Fall, so kann durch solche Personen viel Unwahres in die Wissenschaft kommen. In andern Fällen liegt der Mangel in natürlicher Schwäche oder Trägheit des Auges, wegen Mangel an Uebung. Letzteres ist namentlich bei mikroskopischen Untersuchungen der Fall. Staubtheilchen, Luftblasen und andere Zufälligkeiten werden von Ungeübten oft für interessante und wichtige Sachen genommen, während der Geübte gar nicht von ihnen incommodirt wird. Das Schlimmste aber ist, dass solche Personen über scharfe und gewissenhafte Beobachtungen Anderer gewöhnlich misstrauisch und absprechend urtheilen, die sie gar nicht zu machen im Stande sind, und dadurch den grossen Haufen an der Wahrheit irre machen. Mir ist es in meiner Correspondenz mit solchen „Botanikern" oft vorgekommen, dass sie mich über meine publicirten Arbeiten durch ihre besondern Erfahrungen belehren wollten, während aus ihren Darlegungen hervorging, dass sie entweder den eigentlichen Gegenstand

ganz unrichtig verstanden, oder statt dessen einen ganz andern aufgefasst hatten.

4) Welchen die nöthige Geschicklichkeit mangelt zum Untersuchen, Präpariren und Experimentiren. Es kann Jemand mit dem besten Sehapparat eingerichtet sein und sieht doch Nichts genau und richtig. Das kommt daher, dass er den Gegenstand nicht zu behandeln versteht. Es gehört auch hierzu ein angebornes Talent. Eine unsichere, schwere, zitternde Hand kann nie etwas Ordentliches zu Tage fördern. Der Untersuchende muss volle Gewalt über seine leisesten Bewegungen haben. Es steht fest, dass die gründlichern Untersuchungen durchaus von der Untersuchungsmethode und von der Geschicklichkeit des Untersuchenden abhängen, nur durch diese bekommt er den Gegenstand in seine volle Gewalt.

5) Welchen die nöthige Geduld, Ruhe und Ausdauer fehlt. Die Natur lässt sich Nichts abzwingen. Nur wer sie verständig behandelt, dem zeigt sie sich und dem steht sie Rede. Ein Ungeduldiger, der Berge einreissen will, richtet gar Nichts aus. Der mag wegbleiben. An dieser Ungeduld ist schon Mancher verunglückt.

§. 95.

Man kann nie sagen, dass man diese oder jene Entdeckung machen wolle. Wer mit diesem Vorsatz an die Naturbetrachtung geht, sieht Alles, nur das Rechte nicht. Er wird von seiner Phantasie, nicht von der Wahrheit beherrscht. Geduld überwindet Alles, auch hier. Wie die Ungeduld die innere Ruhe stört und den Beobachter aus der nöthigen geistigen Fassung bringt, so stört sie auch die äussere Ruhe. Dem Ungeduldigen fehlt immer das ruhige Blut. Das ist aber durchaus nöthig zu einer sichern Hand bei der Untersuchung. Wallendes Blut macht die Hand zittern. Aber auch auf das Auge wirkt die Unruhe nachtheilig. Bei bewegter Stimmung ist kein ruhiger, fester, sicherer und scharfer Blick möglich. Feine zarte Objecte verschwimmen vor dem Auge, es fehlt die Klarheit, die Reinheit des Blickes.

§. 96.

Darum kann man auch auf Excursionen und Reisen, wo man in beständiger Bewegung ist, nie so ruhige und sichere Beobachtungen machen, als im Studirzimmer, und darum ist es eben auch hierbei von grossem Vortheil, dass man bei feinern Untersuchungen sich den zu beobachtenden Gegenstand in unmittelbare Nähe bringt.

§. 97.

Der Naturforscher darf durch Nichts weiter bewegt oder bestimmt werden als von seinem Gegenstande; alles Dazwischenliegende, alles ihn davon Abziehende muss er entfernen. Dann kann er sich so ganz in denselben versenken, kann sich in ihn hineinfühlen, hineindenken, er kann ganz in ihm leben und aus ihm heraussprechen. So wird er selbst mit dem Gegenstande Eins, so wird die Forschung ein unaussprechlicher Genuss, nur so gewährt sie eine hohe Befriedigung.

§. 98.

Wer aber mit vorgefassten, vielleicht unsaubern Absichten kommt, wem vielleicht immer nur seine Carrière, sein Ruhm, seine Eitelkeit vorschwebt, wer im Dienste eines Andern arbeitet und sich nach dessen Ideen richtet, der findet jene Befriedigung nicht; ihm fehlt der Genuss, den der Reichthum der Natur gewährt, er muss in sich selbst gerechtes Misstrauen setzen, er fühlt seine eigene Armuth und muss sich daher nach einer äussern Stütze für seine Darlegungen umsehen, damit sie geglaubt werden.

§. 99.

Darum wendet sich so Mancher mit seiner Arbeit an eine Akademie, um ihr Anerkennung zu verschaffen und sich ein *testimonium paupertatis* ausstellen zu lassen. Mit diesem tritt er nun auf den Schauplatz, denn er meint nun eine Stellung gewonnen zu haben. Aber bei den Akademien können nicht immer die stärksten Seiten vertreten sein, es wird mit der Zeit jede Kraft durch die Reibung geschwächt, und so kommt es bisweilen, dass Arbeiten Anerkennung finden, die sie nicht verdienen, und andere in ihrem Werthe nicht erkannt und desshalb ungerecht herabgesetzt werden. In solche Verlegenheiten kommt der wahre Forscher nicht; ihm ist nicht das Urtheil der Menge, sondern die Wahrheit massgebend. Darum findet sich auch nur bei ihm die Ausdauer im Forschen, während der von Aeusserlichkeiten Abhängende seine Untersuchungen quittirt, wenn er seine Carrière gemacht hat. Es ist aber ein bewährter Grundsatz: Eine gute Arbeit führt sich selbst ein und findet bei Verständigen immer Anerkennung.

§. 100.

Nach diesen Erörterungen über die Anforderungen, welche

die Wissenschaft an die Person des Forschers macht, gehen wir zu der Betrachtung der Mittel und Apparate und ihres Gebrauchs über, welche der Botaniker zur Untersuchung der Pflanzen nöthig hat. Sie zerfallen zunächst in dreierlei, nämlich 1) in optische, welche sein Auge unterstützen; 2) in mechanische, welche zur Analyse der Pflanzenorgane; 3) chemische, welche zur Erkennung der Pflanzenstoffe dienen.

Optische Hilfsmittel.

§. 101.

Wir haben oben gesehen, dass die Pflanze nur genau aus ihrer Bildungsgeschichte erforscht werden kann. Wir haben also den Anfang ihrer Bildung zu beachten und denselben zu verfolgen, bis wir am Lebensende derselben angekommen sind. Aber der wirkliche Anfang ist für uns mit einem undurchdringlichen Schleier bedeckt, wir können es daher nur mit einem für uns bemerkbaren Anfange zu thun haben, und nur von diesem kann hier die Rede sein. Das blosse Auge ist mit seinem Erforschen des Anfangs bald am Ende und wir würden ohne eine kräftige Unterstützung desselben vielleicht noch in derselben Unwissenheit über die Bildung der Pflanze aus ihren Elementarorganen schweben, als unsere Väter vor mehrern hundert Jahren. Diese kräftige Unterstützung hat das Mikroskop gewährt, und man kann dasselbe als ein zweites, für die unsichtbaren Erscheinungen der Natur geschaffenes Organ ansehen, das der Beobachter nach Belieben anlegen oder ablegen kann.

§. 102.

Es liegt in dem Wesen der Natur, dass sie sich vervollkommnet. So weit es nöthig war, hat die Natur selbst unmittelbar für den Menschen gesorgt. Als sie ihn aber als selbständiges Wesen aus sich hatte hervorgehen lassen, überliess sie die Vervollkommnung seiner Mängel ihm selbst. Und er hat diese Aufgabe in den Naturwissenschaften so vortrefflich auszuführen begonnen, dass er jetzt weit über den ursprünglichen Menschen hinaus ist. Die Naturwissenschaft ist die Fortsetzung seiner organischen Entwickelung. Viele Mittel, die er für sich in Bewegung setzt, sind, obschon natürliche, doch ursprünglich übermenschliche. Ein solches ist auch das Mikroskop.

§. 103.

Es ist die Aufgabe der Physik, die Gesetze, nach denen dasselbe construirt wird, darzulegen. Ich muss diese Kenntniss hier voraussetzen, oder auf ein physikalisches Lehrbuch verweisen. Aber über die Auswahl eines solchen Apparates und seinen Gebrauch bei Pflanzenuntersuchungen will ich hier sprechen, weil ohne diese Kenntniss grosse Täuschungen vorkommen können. Die Täuschungen sind hier um so leichter möglich, als wir das mikroskopische Auge nicht so, wie das blosse, durch die andern Sinne, z. B. den Tastsinn, controliren können. Wie durch ein fehlerhaftes Auge subjective, also äusserlich gar nicht vorhandene, Erscheinungen vorgeführt werden können, so durch das Mikroskop mikroskopisch-subjective. Das muss der Beobachter wissen, und darum hat er sich vor allen Dingen mit dem besten — wenn auch nicht immer mit dem theuersten — Instrumente zu versehen.

§. 104.

Der Botaniker ist dabei durchaus von dem Künstler abhängig. In Deutschland haben bisher die Instrumente aus den Werkstätten von *Schiek* in Berlin und *Plössl* in Wien den Vorzug behauptet und ich kann diesen Vorzug aus eigner Anschauung bestätigen; ausserdem sind aber auch die Instrumente von *Nobert* in Greifswalde sehr empfohlen worden, die ich aber nicht kenne. In Frankreich sind die besten Mikroskope durch *Chevalier* und *Oberhaeuser* in Paris geliefert worden. Die Vortrefflichkeit der Oberhaeuser'schen Instrumente kann ich ebenfalls aus eigner Kenntniss bestätigen. Unter den italienischen Instrumenten sind die *Amici'schen* ausgezeichnet. Es hält schwer zu sagen, wessen Instrumente die besten sind, zu einer Zeit sind es diese, zur andern wieder jene, weil gewöhnlich jeder der Künstler sich die Verbesserungen des andern aneignet und die eignen damit in Verbindung bringt[14]). Muss man mit einem Instrumente aus einer andern Werkstatt sich begnügen, so hat man vor allen Dingen auf achromatische Gläser zu sehen.

§. 105.

Das **einfache Mikroskop** (Loupe u. s. w.) dient zur Untersuchung mässig kleiner Gegenstände, die man entweder bei durchgehendem oder zurückgeworfenem Lichte betrachtet. Im ersten Falle ist es am zweckmässigsten, wenn das Object zwischen zwei Glasplatten von einer Flüssigkeit umgeben ist. Im zweiten Falle

muss es eine möglichst trockne Oberfläche haben, damit durch die obenauf haftende Flüssigkeit keine Spiegelung hervorgerufen werde, die die genaue Betrachtung des Objects hindert. Man hat auch Linsen, bei denen die sphärische Abweichung beseitigt ist — applanatische Linsen — die allen übrigen vorzuziehen sind. Wo man starke Vergrösserungen braucht, bedient man sich des

§. 106.

Zusammengesetzten Mikroskops. Man hat hierbei die Auswahl zwischen kleinen, mittlern und grossen, wohlfeilern und theuren, mit einfacher und complicirter Zurichtung. Auf Reisen ist ein kleines sehr bequem, in der Studirstube ist dagegen ein grosses zu empfehlen, ein mittleres wählt man, wenn man sich nicht zwei Instrumente anschaffen will. Es ist auch ausreichend zu allen Untersuchungen. Die Zurüstung muss einfach sein, alle Spielerei und unnützer Plunder, der oft das Instrument vertheuert, muss wegfallen. Sonnenmikroskope und Hydrooxygengas-Mikroskope sind für das gaffende Publikum, das sich am Bunten und am Schattenspiel einmal ergötzen will, aber nicht zu wissenschaftlichen Untersuchungen zu gebrauchen, weil den Vergrösserungen die nöthige Deutlichkeit und Schärfe mangelt.

§. 107.

Die Güte eines Mikroskops hängt nicht davon ab, wie stark es vergrössert, wie viel Objectivlinsen und wie viel Oculare es hat, ob der Tisch gross oder klein, beweglich oder fest, ob das Aeussere elegant u. s. w. ist, sondern, dass es ein möglichst klares, deutliches, scharfes und ungefärbtes Bild gebe. Das Gesichtsbild soll nicht bloss in der Mitte, sondern auch bis an die Peripherie rein und farblos sein. Doch leisten das auch die besten Instrumente nicht vollkommen; ein schwachblauer Umkreis zeigt sich bei allen. Bei den gewöhnlichen Mikroskopen mit chromatischen Linsen schillert jedoch das Object mit allerhand prismatischen Farben, was für den Dilettanten zwar sehr ergötzlich, für den Forscher aber sehr lästig und widerwärtig ist. Ein solid gearbeiteter Fuss ist nöthig, damit es nicht so leicht umgeworfen werden könne. Vereinigt es gewisse Bequemlichkeiten, so sind diese als dankbar mitzunehmen; sie dürfen aber nie bei der Wahl den Ausschlag geben, weil man sich an jedes Instrument bei öfterm Gebrauch gewöhnt und gewisse Unbequemlichkeiten dann nicht mehr fühlbar sind.

§. 108.

Bei den meisten Untersuchungen ist eine 100malige Vergrösserung ausreichend, bei den kleinsten genügt eine 300—400malige. Jede Vergrösserung wird nur auf Kosten der Deutlichkeit und Schärfe gewonnen. Bei 600—1000maliger Vergrösserung sieht man nicht mehr als bei den vorigen. Diese starken Vergrösserungen sind auch unbequem, weil das Object weniger deutlich, bei der geringsten Erschütterung leicht zu verschieben und das Gesichtsfeld sehr beschränkt ist. Ich habe sie nur angewandt, um sehr kleine Objecte danach zu zeichnen oder zu messen. Diejenigen Instrumente, denen ein applanatisches Ocular beigegeben ist, sind besonders zu empfehlen, sie werden aber dadurch freilich auch sehr vertheuert. Uebrigens wird bei guten Instrumenten die sphärische Abweichung dadurch ziemlich aufgehoben, dass man 2—3 Objective mit einander verbindet und die Convexseite der Ocularlinse nach unten bringt, die Planseite (oben) aber mit einer breiten Fassung, etwa bis zur Hälfte, deckt.

§. 109.

Zur Prüfung seiner Güte benutzt man die Schuppen der Flügel von Hipparchia Ianira, deren Rippen sich in deutliche Querstreifen auflösen müssen. Ausserdem schlage ich noch die Parenchymzellen der Kartoffeln vor, bei welchen man mit einem guten Mikroskop die spiralig-faserige Structur und die Löcher dazwischen sehen kann, ohne Anwendung von Jodintinctur u. s. w.

§. 110.

In der Regel besieht man mit dem Mikroskop nur durchsichtige Objecte und zwar werden diese gewöhnlich mit Wasser, bisweilen auch mit Zuckerlösung, Gummilösung, Weingeist, Aether, Oelen u. s. w. umgeben. Manche fossile Gegenstände, wie Bacillarien u. s. w., werden auch mit venetianischem Terpentin, canadischem Balsam oder Copaivabalsam eingeschmolzen.

§. 111.

Mikroskopische Präparate bewahrt man entweder trocken, zwischen zwei Glas- oder Glimmerblättchen, oder zwischen einer nicht austrocknenden Flüssigkeit auf. Man vereinigt die Gläser oder Blättchen durch Zusammenkleben mittelst einer Harzauflösung in Alkohol oder Terpentinöl. Zur Flüssigkeit, in welcher man das Präparat eintaucht, eignet sich vor allen der Oelzucker

oder Glycerin, weil derselbe nicht in Gährung übergeht wie eine andere Zuckerlösung, ferner nicht trocknet und nicht nachtheilig auf das Präparat wirkt. Man hat auch Chlorcalciumauflösung empfohlen, die ich jedoch nicht so zweckmässig finde, obschon sie der Billigkeit wegen sich empfiehlt. Zu Deckgläsern muss man sich entweder eines sehr dünnen Glas- oder Glimmerblättchens bedienen. Wendet man bloss Glimmer an, so braucht man denselben nur an einer Seite aufzuspalten und das Präparat in die Spalte zu legen. Die trocknen Präparate werden jedesmal mit Wasser benetzt, bevor sie unter dem Mikroskop besichtigt werden. Auch Collodium habe ich zum Bedecken der Präparate zweckmässig gefunden. Man giesst nämlich die flüssige Collodiummasse auf eine Glasfläche und lässt sie trocknen, worauf man sie als ein zartes, klares, äusserst durchsichtiges Häutchen abziehen kann. Diese kann man auch durch flüssige Collodiummasse leicht verbinden.

§. 112.

Hat man es beim Mikroskop mit einem opaken Körper zu thun, so muss auch hier zunächst dafür gesorgt werden, dass seine Oberfläche trocken ist. Die Beleuchtung geschieht aber von oben durch eine Linse oder ein Prisma.

§. 113.

Die Beleuchtung geschieht bei durchsichtigen Körpern und bei durchgehendem Lichte von unten mittelst eines Plan- oder Convexspiegels; gewöhnlich sind beide vorhanden. Zu genauen Untersuchungen benutzt man das Tageslicht, welches weder zu blendend, noch zu matt sein darf. Unter dem Objectivtisch befindet sich gewöhnlich eine bewegliche Scheibe mit Oeffnungen in verschiedener Grösse, wodurch man das Licht vermehren oder vermindern, auch in verschiedenen schiefen Winkeln auf das Object fallen lassen kann; dasselbe erreicht man oft schon durch die verschiedene Stellung des Spiegels. Man kann aber auch das Lampenlicht zu Untersuchungen gebrauchen, wenn dabei die genaue Bestimmung der Farben nicht erfordert wird. Doch ist das Tageslicht immer vorzuziehen.

§. 114.

Die verschiedenen Vergrösserungen eines Mikroskops sind mit den entsprechenden Combinationen der Linsen bei jedem Instrumente angegeben. Sie sind gewöhnlich nach der Linie be-

rechnet, und diese Angaben sind auch bei wissenschaftlichen Darstellungen nur üblich. Charlatane und Taschenspieler geben jedoch die wahre Vergrösserung ihrer Instrumente in der dritten Potenz an, wodurch ungeheure Zahlen entstehen, die das unwissende Publicum täuschen.

§. 115.

Von besonderer Wichtigkeit ist nun die Bestimmung der Grösse des Objects. Es muss dabei eine Messung vorgenommen werden, die auf verschiedene Weise stattfinden kann. Die einfachste Art besteht darin, dass man den scheinbaren Durchmesser des vergrösserten Gegenstandes taxirt, indem man mit dem linken Auge in das Instrument und mit dem rechten Auge auf ein Täfelchen blickt, auf welchem ein Maassstab verzeichnet ist und so die entsprechenden, wo möglich genau sich deckenden Grössen mit einander vergleicht. Diese gefundene Grösse (z. B. $\frac{1}{4}'''$) dividirt mit der Vergrösserung (100mal) gibt die wahre Grösse des Objects ($\frac{1}{400}'''$) an. Bei einer 400maligen Vergrösserung muss daher dasselbe Object einen scheinbaren Durchmesser von 1''' haben.

§. 116.

Besser und genauer sind jedoch die Messungen mittelst eines Glasmikrometers, welcher den kleinern Instrumenten oft beigegeben wird und den man auch von jedem tüchtigen Mechanikus bekommen kann. Auf einer Glasplatte ist eine genaue Theilung einer Linie oder eines Millimeters mit dem Diamant eingeschnitten. Auf diese Theilung wird der zu messende Gegenstand ins Wasser gelegt und seine Grösse mit dem Maassstab, den die Theilungsstriche angeben, verglichen. Aber man kann diesen Mikrometer nur etwa bis zu 100- höchstens bis zu 200maliger Vergrösserung gebrauchen, weil man bei einer stärkern Vergrösserung das Object und die Theilungsstriche nicht zugleich im Focus haben kann, wodurch die Messung sehr kleiner Objecte sehr erschwert und unsicher wird. Man kann sich aber einigermaassen dadurch helfen, dass man sich die scheinbare Entfernung der Linien des Mikrometers, zu jeder Vergrösserung des Mikroskops, möglichst genau — etwa mittelst der Camera lucida — auf ein Täfelchen verzeichnet und danach den Maassstab selbst noch beliebig weiter theilt, wodurch man auch für die kleinsten Gegenstände ein möglichst directes Maass bekommt, wenn man sie damit vergleicht. Es ist diese Methode zu messen sehr bequem und am wenigsten Zeit raubend.

§. 117.

Genauer sind aber wohl die Messungen mittelst des von dem berühmten *Fraunhofer* erfundenen Schraubenmikrometers, welcher meist den grössern Mikroskopen beigegeben wird. Man kann mittelst desselben den Durchmesser eines Objects bis auf $^1/_{100000}$ Zoll finden. Das Messen geschieht auf folgende Art:

Wenn man von dem Ocular des Mikroskops die obere Linse abnimmt und in seine Röhre hineinsieht, so erblickt man in derselben eine in der Mitte geöffnete und geschwärzte Messingscheibe, welche das Diaphragma genannt wird. In diesem Diaphragma ist ein feiner Spinnwebfaden, wie eine durch den Mittelpunkt des Kreises gezogene Sehne angebracht, oft wird derselbe noch von einem zweiten Faden in normaler Richtung durchschnitten. Dadurch entsteht das „Mikrometerkreuz“, welches man sieht, wenn man mit aufgesetztem Ocular durch das Mikroskop blickt. Der Schraubenmikrometer ist an dem Objectivtisch angebracht. Eine Messingplatte, der „Schlitten“, steht mit der Mikrometerschraube, die gewöhnlich auf einen Zoll 100 Umgänge hat, in Verbindung. Dadurch wird nun der Schlitten bei einer Umdrehung um $^1/_{100}$″ fortbewegt, bei einer Viertelumdrehung $^1/_{400}$″ u. s. w. Um nun den Grad der Umdrehung genau bestimmen und messen zu können, ist an dem einen Ende der Schraube eine in 100 Grade getheilte Scheibe angebracht neben einem feststehenden Zeiger, an welchem man die Grade ablesen kann; zur Bestimmung kleinerer Theile als eines Grades dient aber ein Nonius, mit dessen Hilfe man noch $^1/_{10}$ Grad, also im Ganzen $^1/_{100000}$ Zoll bestimmen kann. Beim Messen wird nun zunächst ein Faden des Mikrometerkreuzes durch Drehung des Oculars so gestellt, dass er normal auf der Axe der Mikrometerschraube steht. Der zu messende Gegenstand wird nun in eine solche Lage auf den Mikrometerschlitten gebracht, dass er mit dem einen Ende den Faden im Diaphragma genau berührt. Jetzt merkt man sich den Stand der graduirten Scheibe, und bewegt die Schraube behutsam so weit und in der angemessenen Richtung, bis der Gegenstand mit dem entgegengesetzten Ende den Faden berührt. Die gemessene Grösse wird nun an der Scheibe abgelesen. Es gehört aber grosse Uebung dazu, das Object in die ordentliche Lage zu bringen. Auch hat man sich zu hüten, dass man nicht beständig mit denselben Schraubengängen misst, weil sie mit der Zeit abgenutzt und dann ungenau werden. Man wechselt daher die Schraubengänge. Auch ist zu beachten, dass die Entfernungen

der Schraubengänge keine absolute Genauigkeit haben können, also Differenzen vorkommen müssen, je nachdem man mit diesem oder jenem Umgange die Messung vorgenommen. Darum ist es, wenn es auf sehr grosse Genauigkeit ankommt, nothwendig, das Object mit verschiedenen Stellen der Schraube zu messen und dann das Mittel aus den Resultaten zu nehmen. Aber selbst bei dem genauesten Messapparat ist es nicht immer möglich eine scharfe Messung zu gewinnen. Sie ist sogar bei Objecten, welche kleiner als $^1/_{800}'''$ sind, absolut unmöglich, so dass ein Gegenstand, dessen Grösse zu $^1/_{1000}'''$ angegeben wird, in der Wirklichkeit auch $^1/_{800}'''$ — $^1/_{1200}'''$ gross sein kann. Die Schwierigkeit liegt zum Theil mit darin, dass die Objecte oft selbst keine scharfen Umrisse haben und die Bestimmung derselben zum Theil der Willkür des Beobachters anheim fallen. Die Regulirung des Lichts mit Hilfe des Spiegels oder der durchlöcherten Scheibe ist dabei durchaus nöthig, weil ohne dieselbe Täuschungen unvermeidlich sind.

Mechanische Mittel.

§. 118.

Die mechanischen Hilfsmittel zur Herstellung guter mikroskopischer Präparate sind, neben einer ruhigen und sichern Hand, gute scharfe Messer, feine gefasste Stahlnadeln, feine Spatel von Horn, Elfenbein oder Metall und verschiedene Glasplatten.

§. 119.

Die Messer. Man kann sich eben so gut feiner Federmesser, als auch besonderer anatomischer und chirurgischer Messer und der Barbiermesser bedienen. Ich ziehe die letztern vor, weil sie nicht so leicht sind und desshalb sicherer und fester gehandhabt werden können. Die Schnitte, die man auszuführen hat, müssen der Grösse des zu betrachtenden mikroskopischen Gegenstandes angemessen sein. Es kommt daher vor, dass man sehr dünne und zarte Abschnitte, von $^1/_{200}'''$ — $^1/_{300}'''$ Dicke, und noch dünnere ausführen muss. Es leuchtet ein, dass dabei die Messer sehr scharf sein müssen. Die feinsten Schnitte erhält man, wenn man das Messer auf der, vorher durch einen frisch gemachten Schnitt geebneten, Fläche so allmälich wie möglich ausgehen lässt. An dieser Ausgangsstelle sind die durchschnittenen Membranen und Theilchen am deutlichsten zu erkennen.

§. 120.

Ist das Object, von welchem ein Schnitt genommen werden soll, gross und fest genug, dass man es bequem mit den Fingern halten kann, so kann man die gewünschten Schnitte mit Leichtigkeit ausführen; aber sehr kleine, nicht fassbare, zarte, weiche Gegenstände machen grosse Schwierigkeiten, namentlich wenn ihre Zartheit so gross ist, dass sie auch dem schärfsten Messer nicht den nöthigen Widerstand zum Durchschneiden gewähren. Man muss sich dann, je nachdem der Gegenstand ist, auf verschiedene Weise zu helfen suchen. Ist z. B. die Substanz zu weich (gallertartig), dass sie eben so wenig sicher gefasst noch durchschnitten werden kann, so kann man sie entweder zwischen zwei Plättchen durch Druck flach ausbreiten, oder man legt sie auf kurze Zeit in Weingeist, welcher ihr einen Theil des Wassers entzieht und sie dadurch so verdichtet und verhärtet, dass man sie sicher mit den Fingern fassen und mit dem Messer in beliebigen Richtungen in Plättchen zerschneiden kann. Diese Abschnitte werden dann auf dem Objectträger in etwas Wasser gethan, worauf sie sehr schnell und meist vollständig wieder in ihren Normalzustand zurückgehen. Auch kann man solche im Leben gallertartigen Gegenstände trocken werden lassen, von den getrockneten feine Abschnitte machen und diese in Wasser legen, worauf ebenfalls sehr häufig ein vollständiges Wiederaufquellen stattfindet. Dieses Verfahren ist namentlich bei den Flechten durchgängig, bei den Algen, saftigen Früchten u. s. w. meist anwendbar.

§. 121.

Will man feine Querabschnitte von dünnen aber langen Fasern haben, so bindet man eine Anzahl derselben fest in Bündel zusammen, dass sie gefasst werden können, und durchschneidet sie wie jeden andern grössern Gegenstand. Sehr dünnhäutige Objecte legt man in grösserer Anzahl übereinander und hält sie auf einer Unterlage von reinem Kork mit dem Finger fest. Sind jedoch die genannten Gegenstände nicht in solcher Menge vorhanden, als zur Bildung eines grössern Bündels oder Lagers erforderlich ist, so fasst man sie zwischen zwei Korkplatten und schneidet sie mit diesen durch, bringt auch die sämmtlichen Abschnitte unter das Mikroskop, wo sich ergeben wird, welche dem Kork und welche dem andern Gegenstande angehören. Als Unterlage zum Durchschneiden feinerer Objecte kann man auch die kork-

artige Substanz mancher Polyporus-Arten nehmen. Sie stumpfen das Messer noch weniger ab als der Kork.

§. 122.

Sind aber die Objecte so klein, dass man sie auch nicht zwischen den Korkplättchen fassen kann, so muss man das Durchschneiden derselben entweder aufgeben, oder man muss sie zwischen zwei Glasplatten zerdrücken. Kann man sie jedoch in grösserer Menge erhalten, so mengt man sie in steifen Gummischleim, lässt sie mit diesem in Weingeist etwas erhärten und schneidet dann die feinsten Plättchen ab. Werden diese in den Wassertropfen des Objectivträgers gelegt, so löst sich das Gummi auf und der andere Gegenstand bleibt allein zurück.

§. 123.

Will man sehr schöne reine Präparate darstellen, welche namentlich bei Demonstrationen für Schüler, denen das Sehen durch das Mikroskop mancherlei Schwierigkeiten macht, von Wichtigkeit sind, so bedient man sich eines sogenannten Mikrotoms. Die besten werden von *Oschatz* in Berlin verfertigt. Es besteht aus verschiedenen Theilen, wovon der eine dazu dient das Object zu halten und dasselbe mittelst einer Mikrometerschraube gegen das Messer vorzuschieben. Dieses Messer wird von einer in der Mitte geöffneten Metallscheibe geführt, durch deren Oeffnung das Object vorgeschoben wird. Der Vortheil dieses Instruments besteht darin, dass man gleichförmige Abschnitte erhalten kann, welche namentlich bei Sammlungen zweckmässig sind. Später hat *Oschatz* die obengenannte Metallscheibe durch eine geschliffene Glasplatte ersetzt und noch mehrere andere Verbesserungen angebracht. Die Präparate, welche mit diesem Mikrotom erzielt werden, sind sehr schön. Dennoch halte ich diesen Apparat für entbehrlich [15]).

§. 124.

Da der Phytotom sich seine Messer auch selbst schärfen muss, so halte ich die Bemerkung nicht für überflüssig, dass *Oschatz* sich, statt der ebenen Schleifsteine, matt geschliffener Glasplatten von verschiedener Feinheit bedient, auf den gröbern Schmirgel, auf den feinern aber Zinnasche in Oel als Schleifmittel gleichmässig vertheilt.

§. 125.

Die **Stahlnadeln** benutzt man zum Zertheilen und Zerreissen des Zellengewebes auf Glasplatten unter Wasser.

§. 126.

Der **kleinen Spatel** bedient man sich, um eine Zellenmasse u. s. w. zu zerdrücken, besonders wenn einzelne Zellen isolirt werden sollen. Dass man das letztere übrigens auch mit einer Messerklinge bewerkstelligen kann, leuchtet von selbst ein.

§. 127.

Das Zerreissen und Zerdrücken muss oft an so kleinen Gegenständen vorgenommen werden, welche man kaum mit blossem Auge wahrnimmt. In diesem Falle präparirt man auch den Gegenstand unter dem Mikroskop mit einer schwachen Vergrösserung. Hierzu aber gehört viel Uebung, theils wegen der Kleinheit des Gegenstandes, theils aber auch weil das Mikroskop denselben in verkehrter Lage zeigt. Die letzte Schwierigkeit kann man aber auch dadurch umgehen, dass man sich eines einfachen Mikroskops bedient. Bei sehr kleinen Sachen gelingt mir die Trennung der Theilchen meist, wenn ich sie mit Glimmer bedecke und von oben auf die bestimmte Stelle mit einem Hölzchen oder Hornstiel drücke.

Chemische Mittel.

§. 128.

Die Anwendung chemischer Hilfsmittel bei der mikroskopischen Untersuchung der Pflanzen steigert sich von Tage zu Tage. Der Botaniker muss diese Mittel kennen und ihre Benutzung verstehen, weil er sonst rathlos bei vielen seiner Untersuchungen dastehen würde, indem viele Chemiker, *Liebig* an der Spitze, nicht fähig sind, einen Gegenstand unter dem Mikroskope zu beurtheilen. Die wenigen Chemiker, welche davon eine rühmliche Ausnahme machen, werden wir in der Folge näher kennen lernen. Die chemischen Mittel dienen theils dazu, die verschiedenen Stoffe von einander zu trennen, theils die einzelnen durch gewisse Reactionen deutlicher erkennbar zu machen, als es ohne dieselben möglich wäre. Da jedenfalls in der Folge noch mehr Stoffe als bisher unterschieden werden müssen, und von ihrer chemischen Verschiedenheit höchst wahrscheinlich gewisse Formen-

reihen und Formverhältnisse abhängig sind, so werden die mikroskopischen Reagentien für die Folge immer wichtiger werden. Ich nenne unter den nöthigsten chemischen Mitteln folgende:

§. 129.

Aether. Man wendet ihn an bei der Prüfung des Milchsaftes auf Kautschuk oder ähnliche Stoffe, ebenso zur Auflösung von Wachs (welches die Oberfläche der Pflanzen überzieht) und Harzen.

§. 130.

Alkohol in verschiedener Stärke. Der schwächere Weingeist dient zur Aufbewahrung mancher Pflanzen oder Pflanzentheile. Weil derselbe verschiedene Farbestoffe auflöst, so kommt es, dass sich solche Stoffe unter dem Mikroskope oft besser untersuchen lassen, als im lebenden frischen Zustande, auch werden die leeren Zellen und Höhlen, in welchen sich bei der lebenden Pflanze Luft befindet, von derselben befreit, wodurch die Betrachtung des eigentlichen Gewebes weniger gestört wird. Der stärkere Weingeist (60—84 procentiger) wird zur Auflösung des Harzes mancher Pflanzen (z. B. der Coniferen) benutzt, weil man ohne die Entfernung desselben die Structur unter Wasser nicht überall genau erkennen kann. Es gehört aber bisweilen ein mehrtägiges Ausziehen dazu. Ferner wird der Alkohol benutzt, um das Proteingewebe in den Zellen sowol, als manches Schleimgewebe durch Contraction sichtbar zu machen, welche sich ohne dieses Mittel der Betrachtung entziehen.

§. 131.

Aetherische Oele (rectificirtes Terpentinöl) dienen ebenfalls zur Auflösung der Harze; sie können aber füglich entbehrt werden, weil sie der Alkohol und Aether vollkommen ersetzen, und ausserdem doch noch durch einen dieser beiden Stoffe wieder ausgewaschen werden müssen. Nur wo man mittelst ihrer Durchdringung ein Präparat durchsichtig machen will, können sie durch jene Flüssigkeiten nicht ersetzt werden. Die Durchsichtigkeit opaker Gegenstände wird aber auch noch hervorgerufen durch

§. 132.

Fette Oele und **Balsame** (Mandelöl, weisses Olivenöl, Beenöl, Copaivabalsam, canadischer Balsam, venetianischer Terpentin); namentlich wendet man letztere an, um fossile Gegenstände damit zu tränken, was am besten geschieht, wenn man den Balsam

oder das Oel vorher in einem Probirgläschen über der Weingeistlampe erhitzt und die heisse Flüssigkeit auf die zu präparirende Probe tröpfelt.

§. 133.

Glycerin, Zuckerlösung, Gummilösung und Eiweiss werden statt des Wassers benutzt, um manche Präparate zu umschliessen, wenn nämlich durch das letztere in Folge der Endosmose Veränderungen in den Zellen hervorgerufen werden.

§. 134.

Seewasser oder **Salzwasser** wird aus demselben Grunde bei der Untersuchung lebender Seealgen (z. B. der Rytiphlaea tinctoria) angewandt.

§. 135.

Verdünnte Jodinauflösung in Weingeist (Jodintinctur) dient zur Erkennung des Stärkemehls, Inulins, der Cellulose u. s. w.; auch werden manche schleimige oder proteinhaltige Molekularformen durch dieselbe sichtbar gemacht. Die Reaction derselben wird jedoch durch Uebergiessen mit Alkohol oder Aether sofort wieder entfernt. Wird dieselbe in nicht sehr verdünntem Zustande zu einer im Wasser liegenden Probe gegossen, so scheidet sich das Jodin in zahlreichen pyramidalen opaken Kreuzkrystallen aus, welche oft die genaue Betrachtung des Objects verhindern. Desshalb muss man entweder eine wässerige Auflösung des Jodins anwenden, welche jedoch immer nur schwach ausfällt und auch nur schwach reagirt, oder man muss das Object vorher mit etwas schwachem Weingeist tränken. In Weingeist aufbewahrte Gegenstände zeigen jenes Ausscheiden des Jodins nicht, selbst wenn man sie mit ein wenig Wasser angefeuchtet hat. So wie man das Jodin mit Weingeist und Aether wieder aus dem Object entfernen kann, so verflüchtigt es sich auch schon von selbst, wenn man dasselbe nur mit Wasser befeuchtet liegen lässt, noch schneller aber, wenn man die Probe etwas erwärmt oder mit Alkohol auswäscht.

§. 136.

Concentrirte Schwefelsäure. Man wendet sie an, theils um die organische Substanz in eine andere umzuwandeln, theils ganz zu zerstören. Im erstern Falle kann man sie auch wie *Hartig* (Beiträge zur Entwickelungsgeschichte der Pflanzen S. 4) vorschlägt, mit etwas Wasser (5 Gewichtsth. SO_3, 2 Gwth. Wasser) verdünnen. Ich habe aber vorgezogen, sie immer concentrirt

anzuwenden, weil die Reaction viel schneller geschieht und man dabei auch das Verdünnen nach der erfolgten Wirkung ganz in seiner Gewalt hat. Ich verfahre dabei wie folgt: Die feuchte Probe wird mit Jodintinctur getränkt, dann die Schwefelsäure mit dem Glasstöpsel oder einem Glasstäbchen drauf gebracht, in gewissen Fällen auch darauf getröpfelt. Bei jungem Zellengewebe erfolgt sogleich eine sehr bedeutende Anschwellung der Zellenwände und die Cellulosesubstanz färbt sich blau. Ist dieser Zeitpunkt eingetreten, so muss die Probe sofort mittelst eines in Wasser getauchten Glasstäbchens mit Wasser benetzt und ausgewaschen werden, indem man den Objecthalter schief hält und das immer neu hinzufügende Wasser ablaufen lässt. Jetzt betrachtet man die Zellen unter dem Mikroskop, deren Zusammenhang so sehr gelockert ist, dass man sie mittelst eines der obengenannten kleinen Spatel durch Druck separiren, oder auch mittelst der Nadeln leicht trennen kann, um jede allein zu haben. Man kann auch die Schwefelsäure verdünnt einwirken lassen, wenn man die Probe vorher mit Wasser benetzt. Will man die Zellen bloss aufquellen lassen, so lässt man die Behandlung der Probe mittelst Jodinauflösung weg und feuchtet sie vorher mit Wasser an. Bei ältern Zellen (Holzzellen) muss man die Schwefelsäure etwas länger einwirken lassen, auch wol erneuern, ehe die gewünschte Wirkung erfolgt. *Hartig* lässt die mit Jodinauflösung getränkten Objecte erst wieder austrocknen und behandelt sie dann mit Schwefelsäure, was aber unnöthige Weitläufigkeit ist. Lässt man die Schwefelsäure auch dann noch einwirken, wenn die blaue Färbung der Zellen erfolgt ist, so verschwindet die Farbe wieder, das organische Gewebe verliert seinen Halt und zerfliesst. Die Cellulose ist dann in Gummi und Zucker verwandelt, die sich in dem umgebenden Wasser auflösen. So kann man die meisten Elementarorgane zerstören und auflösen. Sind dieselben, wie z. B. beim Schachtelhalm und den Gräsern, mit Kieselsäure überzogen, so bleibt die letztere in Form der Zellen als Zellenpanzer zurück.

§. 137.

Chlorwasserstoffsäure (Salzsäure). Auch diese wird am besten im concentrirten Zustande angewandt, weil man nur so jeden Verdünnungsgrad, welcher bei der Untersuchung nöthig ist, in seiner Gewalt hat. Man gebraucht sie meist um den kohlensauren Kalk aufzulösen, welcher sich in Körnern, Krystallgruppen oder auch als Incrustation auf und zwischen den Zellen findet.

Er hat sich gewöhnlich aus dem Wasser abgesetzt und liegt als rauhe Rinde oben auf. Um sie zu entfernen, macht man in einem Uhrschälchen oder andern passenden Gefäss etwas Wasser mittelst einiger Tropfen concentrirter Salzsäure sauer und legt das Object hinein. Die aufsteigenden Luftblasen zeigen das Entweichen der Kohlensäure an und die Kalkrinde ist bald verschwunden.

Ausserdem kann man die Salzsäure noch zur Entdeckung der Gelacinsubstanz u. s. w. anwenden, welche darin sehr aufquillt und eine schön grüne Farbe annimmt, wodurch sie sich von andern organischen Stoffen unterscheidet. Endlich kann man diese Säure noch zum Anschwellen anderer Zellenhäute und zur Trennung des Zellengewebes benutzen.

§. 138.

Salpetersäure. Sie wird verschiedenartig angewandt und zwar, wegen ihrer Eigenschaft die stickstoffhaltigen organischen Stoffe gelb zu färben, zur Entdeckung der Proteinverbindungen. Sie bildet durch ihre Einwirkung auf Albumin, Legumin, Kleber die Xanthoproteinsäure, welche in Wasser und Alkohol unlöslich ist (überhaupt die Form behält, welche die genannten Stoffe vor der Behandlung mit Salpetersäure besitzen), sich durch gelbe Farbe auszeichnet und durch Zusatz von Aetzammoniak orangegelb wird.

§. 139.

Ferner: Werden Holztheile mit Salpetersäure gekocht, so kann man die Zellen leicht von einander mittelst der Nadeln trennen. Noch vollständiger gelingt die Trennung der Holzzellen nach *Schulz,* wenn man die Holzstückchen in einem Gemenge von Salpetersäure und chlorsaurem Kali kocht. Einige Minuten sind hinreichend die äussern Zellenschichten so aufzulockern, dass sich ihre Elemente leicht trennen lassen. Doch müssen sie nach der Maceration mit Alkohol und Wasser ausgewaschen werden.

§. 140.

Essigsäure (concentrirte) wird angewandt, um die jungen Cambiumzellen, deren Structur durch ihren trüben körnigen Inhalt versteckt wird, deutlicher sichtbar zu machen, indem die Säure einige der trübenden Substanzen auflöst.

§. 141.

Aetzkalilauge dient theils zur Anschwellung der Zellenhäute,

theils zur Auflösung der Proteinkörper, welche den Zelleninhalt bilden. Man kann daher die Zellen durch Maceration in dieser Flüssigkeit von jenen Stoffen befreien, aber man muss hierauf die Probe mit Wasser auswaschen.

§. 142.

Salpetersaures und salpetrigsaures Quecksilberoxydul. Man stellt sich eine Auflösung dieses Salzes dar, wenn man Quecksilber mit dem gleichen Gewichte gewöhnlichen Scheidewassers (dem 2ten Hydrat der Salpetersäure) übergiesst und kalt stehen lässt, bis die Gasentwickelung aufgehört hat; wenn das Quecksilber noch nicht aufgelöst ist, so befördert man die Auflösung durch Wärme, bis sie vollendet ist; dann vermischt man die Flüssigkeit mit 2 Volumen Wasser. Es bildet sich ein krystallinischer Niederschlag, von welchem die überstehende Flüssigkeit abgegossen wird. Sie ist das oben bezeichnete Reagenz. Es wird ebenfalls zur Erkennung der Proteinverbindungen angewandt, welche dadurch roth gefärbt werden, selbst wenn sie in alkalischen Flüssigkeiten oder in Schwefelsäure gelöst sind. Cellulose, Amylon und Gummi färben sich davon rosa [16]). Noch deutlicher wird die Wirkung dieses Reagenz, wenn die Probe erhitzt wird. Man hält dann dieselbe auf dem gläsernen Objectträger — oder besser auf Glimmer — über die Spiritusflamme.

§. 143.

Die **Weingeistlampe** wird überhaupt manchmal angewandt, um die Gegenstände, während man sie unter dem Mikroskop beobachtet, zu erwärmen. Man bedient sich dazu möglichst dünner und sehr gut abgekühlter Glasplatten als Objectträger, die lang genug sind um über den Objectivtisch hinwegzuragen und hier durch die darunter befindliche Lampe erwärmt zu werden. Besser noch ist die von *Schleiden* vorgeschlagene Methode, wonach man sich einer messingenen Unterlage bedient, die an derselben Stelle eine Oeffnung hat, auf welche man die Probe mittelst eines Glimmerblättchens oder dünnen Hohlgläschens legt, welches letztere man sich aus einem bauchigen Medicinglase, aus einer kleinen Retorte u. s. w. sprengen kann. Hier wird die messingene Unterlage erwärmt. Die Probe muss bedeckt sein, weil durch die entweichenden Dämpfe die Objectivlinse getrübt wird.

§. 144.

Ueberhaupt hat man sich zu hüten die Objectivlinsen, welche

bei achromatischen Instrumenten aus Flintglas gemacht sind, nicht zu viel und anhaltend den Dämpfen der Säuren auszusetzen, weil das Flintglas leicht von diesen Stoffen angegriffen wird. Aehnliche Vorsicht hat man beim Jodin anzuwenden. Bei anhaltenden derartigen Untersuchungen muss man desshalb die Probe jedesmal mit Glimmer oder Glas bedecken und die Objectivlinse nach dem Gebrauch mit destillirtem Wasser oder Alkohol abwaschen, wobei man sich eines weichen leinenen Läppchens bedient, sich aber wohl hütet, dass durch etwaige Sandkörnchen oder andere Staubtheilchen Risse in die Linse gemacht werden. Zum Reinigen der Linsen von Staubtheilchen, welches jedesmal vor dem Gebrauch des Mikroskops geschehen muss, bedient man sich eines dicken Pinsels von feinen Castorhaaren.

Beobachtung und Begründung.

§. 145.

So vorbereitet kann nun der Forscher getrosten Muthes an die Arbeit gehen. Zwar ist Vieles nicht erwähnt, was sich noch während einer Untersuchung zeigt; dieses zu beseitigen, muss der eigenen Thätigkeit des Arbeiters überlassen bleiben; auch lässt sich Vieles gar nicht mittheilen, sondern muss unmittelbar durch den praktischen Gebrauch erlernt werden. Ueberhaupt kann ein Beobachter nur dann erst recht fruchtbringend arbeiten, wenn er die zu den Untersuchungen und Beobachtungen nöthige mechanische Fertigkeit so weit überwunden hat, dass das Mechanische bei der Arbeit ihn nicht mehr stört. Er muss namentlich bei mikroskopischen Untersuchungen so wenig durch den Apparat genirt werden, als wenn er mit demselben verwachsen wäre. Benutzen wir doch beständig unsere Sinne, ohne an diese dabei zu denken und uns ihres Gebrauchs bewusst zu werden. Ganz so muss es sein mit dem Mikroskop, unserm verstärkten Auge. Aber das ist nicht so leicht. Es gehört dazu lange anhaltende beständige Uebung. Denn es ist etwas Anderes mit seinen blossen Augen zu sehen, als mit dem Mikroskop. Es kann vielleicht Jemand ausgezeichnet untersuchen und sehen in der Welt der gewöhnlichen Augen, aber er ist ein völliger Neuling — ein wahres Kind — in der mikroskopischen Welt. Jedes Luftbläschen, jedes Stäubchen, jeden Streifen und Sprung des Objectträgers staunt er eben so an, wie das eigentliche Object, weil ihm in dieser Welt Eins so fremd ist wie das Andere. Es

muss daher jeder Forscher seine Kinderjahre in der unsichtbaren Welt erst durchmachen, ehe er mündig und stimmfähig sein kann. Erst wenn er hier viel angeschauet, geordnet, geprüft, verworfen, ausgewählt und so wiederholt geprüft hat, weiss er auch Etwas von diesen Sachen und kann nun wissend dieselben ferner prüfen und beurtheilen.

§. 146.

Aber Urtheile von unwissenden, unmündigen Mikroskopisten sind eben so werthlos, als Kinderurtheile draussen in der grossen Welt. Wer nun vollends meint, dass der Blick eines Nichtkenners und Nichtwissers durch das Mikroskop unbefangener, genauer und richtiger sei, der irrt sich sehr. Unbefangen ist überhaupt Niemand beim Sehen. Jeder bringt schon seine Erfahrung, seine Gedanken dabei mit. Und die Gedanken eines Unerfahrenen sind doch gewiss befangener, als die des Erfahrenen. Ich frage hier: Wo kommen die meisten Gesichtstäuschungen vor, beim Kinde, oder beim Manne? Wo die meisten falschen Vorstellungen, beim Naturkundigen oder Unkundigen?

§. 147.

Jeder Blick wird, sobald er seinen Ausdruck findet, zum Urtheil. Ein wissenschaftliches Urtheil muss auch wissenschaftlich begründet werden. Es gibt aber in der Botanik eine doppelte wissenschaftliche Begründung, nämlich: 1) die literarhistorische und 2) die naturhistorische. Beide setzen das Wissen des Dinges voraus; jene in Bezug auf die Vorstellung des Dinges von Seiten Anderer, diese in Bezug auf meine eigene Vorstellung, die ich theils durch die Literatur, theils durch Autopsie gewonnen habe. Die Autopsie läutert die vorgefasste Vorstellung und macht sicher in der Beurtheilung. Wiederholte Prüfung durch Autopsie macht die Fassung genauer und schärfer.

§. 148.

Dadurch entsteht ein beständiges Berichtigen bei dem gewissenhaften Beobachter. Wer sich nicht berichtigen kann, wer von dem Aberglauben gefangen gehalten wird, welcher meint, dass man eine einmal gewonnene Ansicht festhalten müsse, weil es inconsequent sei, dieselbe durch eine andere zu vertauschen, der ist unbrauchbar in der Wissenschaft. Unveränderlich und unerschütterlich dürfen nur die Grundsätze sein, welche die Vernunft als ewige Wahrheit, als ewige Nothwendigkeit erkannt hat.

Aber die Ansicht der Dinge ist veränderlich, wie diese selbst. Es ist daher durchaus unwissenschaftlich gehandelt, wenn Jemand sich nicht berichtigen kann, es ist aber unredlich und zeugt von einer eben so grossen Bornirtheit als Eitelkeit, wenn Jemand sich nicht berichtigen will.

§. 149.

Diese Betrachtung führt mich nun auf den Standpunkt, von welchem aus die sogenannten Autoritäten in der Botanik zu beurtheilen sind. Die Wissenschaft hat hier sehr streng zu unterscheiden, welche Autorität als ächt oder unächt zu nehmen ist. Die Autorität ist durchaus an die Person geknüpft; der Werth dieser ist der Werth jener. Die Person hat aber hierbei eine doppelte Bedeutung, nämlich eine moralische und eine wissenschaftliche. Bei dem grossen Haufen kommt endlich noch eine dritte Bedeutung hinzu, welche hier auch oft den Ausschlag gibt, nämlich die äussere Stellung.

§. 150.

Die moralische Bedeutung der Person muss bei Beurtheilung einer Autorität oben an stehen. Wenn es schon wahr ist, dass die Wissenschaft die Person nur nach ihrem wissenschaftlichen Werthe beurtheilen soll, so lässt sich doch nicht leugnen, dass gewisse wissenschaftliche Leistungen mancher Personen erst ihre Erklärung finden, wenn man die moralischen Motive dieser Leistungen, die doch die Grundlage aller menschlichen Handlungen sind, genau kennt. Es ist sogar sehr nothwendig, dass die Wissenschaft über die moralischen Motive aufgeklärt werde, eben weil das Moralprincip das erste ist, worauf die Wissenschaft fusst, obschon es ihr nicht gestattet ist, das Richteramt behufs einer Strafvollstreckung auszuüben. Sie hat das auch nicht nöthig; denn wer die ersten Grundsätze der Wissenschaft nicht anerkennt, schliesst sich selbst von ihrem Heiligthum aus. Aber dann ist es für den Novizen nöthig, die Ausgeschlossenen kennen zu lernen, damit er von ihnen nicht getäuscht werde. Wie nöthig die genaue persönliche Bekanntschaft einer Autorität zur vollständigen Aufklärung ihrer Autorität ist, beweist auch namentlich der Umstand, dass Biographien berühmter Männer für die historische Entwickelung der Wissenschaft wahres Bedürfniss sind, weil man nur aus der Bekanntschaft mit dem ganzen Menschen seine wissenschaftlichen Leistungen genügend beurtheilen kann.

§. 151.

Ich gestehe hierbei gern, dass mich die lichtvolle, ruhige, redliche, besonnene, sich stets berichtigende Weise, womit *Hugo von Mohl* seine Arbeiten publicirt, eben so anzieht, als die Demonstrationen der Cyclose-Sänger mich abstossen, von denen *Schultz-Schultzenstein,* unter russenden düstern Fackeln, sich an seinem Geburtstage die Huldigungen der Scheinwissenschaft darbringen lässt [17]). Diese Praxis darf nie die Praxis der Wissenschaft werden, wenn diese nicht in den Fall kommen soll, dass Unerfahrenheit und jugendlicher Uebermuth durch Majoritätsbeschluss ihr die leitenden Maximen dictire. Dass unter so bewandten Umständen die Autorität *v. Mohl's* eine gewichtigere ist, als die *Schultz-Schultzenstein's,* selbst wenn dieser sich die Anerkennung noch von allen europäischen, asiatischen, afrikanischen u. s. w. Akademien zu verschaffen wüsste, leuchtet ein.

§. 152.

Zur Erkennung des wissenschaftlichen Werthes einer Person kommt man nur durch die eigene Prüfung ihrer wissenschaftlichen Arbeiten. Es ist der erste Grundsatz der inductiven Methode, dass, sobald sie die Prüfung einer wissenschaftlichen Leistung — und das ist jede selbständige Beobachtung — vornimmt, sie dieselbe, wenn nicht in Zweifel, so doch in Frage stellt. Auf diesem „in Frage stellen“ beruht die weitere Entwickelung der Wissenschaft. Diese Entwickelung ist aber nichts mehr und nichts weniger, als die Abstreifung der alten Hülle von ihrem Inhalt und die Entstehung und Entfaltung der neuen. Die Wissenschaft muss daher eben so auf ihre Form und Gestaltung bedacht sein, als auf ihren Inhalt. Naturgemäss entsteht immer die Form zugleich mit ihrem Inhalt. Ein neuer Inhalt aber und eine veraltete Form können wol künstlich zusammengekuppelt, aber nie organisch vereinigt werden. Denn entweder ist die alte Form zu enge — und dann erstickt sie den Inhalt, oder sie wird von ihm gewaltsam gesprengt — oder sie ist auf eine andere Weise unpassend — dann verunziert sie.

§. 153.

Es ist nun die sonderbare Zumuthung von manchen Seiten ausgesprochen worden, dass man sich zur Bezeichnung einer neuen Anschauungsweise des Lexicons der alten Anschauungsweise bedienen solle. Das geht nicht, wenigstens nicht durchgängig, ohne mit der alten Bezeichnung auch die alte Vorstellung

wieder zu wecken, oder wenigstens eine Sprachverwirrung durch die verschiedenartige Bedeutung eines Wortes hervorzurufen [18]). Daher kommt es, dass manche Schriftsteller sich an den hergebrachten Schulbrauch nicht kehren, sondern da, wo sie den Inhalt neu geschaffen haben, der neuen Schöpfung auch ein neues Kleid geben. Man kann aber darin zu weit gehen, namentlich, wenn man in der Manier der Linné'schen Terminologie verfährt, so dass man zuletzt das Ende solcher terminologischen Bezeichnungen nicht absehen kann.

§. 154.

Leider hat nun aber, durch das sogenannte Prioritätsrecht, auch ein ebenso betrübender Gegensatz dadurch sich herausgestellt, dass man geradezu unrichtige Benennungen für bestimmte Organe und Formen durchaus conserviren will, und so eine der ersten Bedingungen aller Wissenschaft, welche darin besteht, für die Sache den passendsten, richtigsten und besten Ausdruck zu wählen, unerfüllt lässt. Es ist also jede Autorität ebensowol auf ihren Inhalt, wie auf ihre Darstellung zu prüfen.

§. 155.

Was nun die Autorität betrifft, welche die äussere Stellung gibt, so versteht sich von selbst, dass sie an sich ganz werthlos ist, wenn dieselbe nicht durch wissenschaftliche Leistungen erst Werth bekommt.

§. 156.

So wie beim grossen Haufen oft die äussere Stellung den Werth der Autorität entscheidet, eben so kann derselbe leicht durch die äussere Form einer Darlegung bestochen werden. Eine kecke sichere Sprache, äussere Ordnung, schönes Papier, schöner gefälliger Druck, schöne feine Abbildungen, angenehmes oder imponirendes Format u. s. w. sind es, welche oft allein den Werth eines Buches ausmachen.

§. 157.

Auf die literar-historische Begründung eines Urtheils folgt die naturhistorische. Die naturhistorische Begründung eines Urtheils in der Botanik zerfällt in drei Theile:

1) In die Selbstuntersuchung und Selbstbeobachtung der vegetabilischen Erscheinungen.

2) In die Ordnung derselben unter sich und der Verbindung mit dem Ganzen nach den oben entwickelten leitenden Principien.

3) In die Darstellung der gewonnenen Resultate.

§. 158.

Seitdem man angefangen hat, die Pflanze „werdend“ zu betrachten, hat sich der Gang der Untersuchung sehr geändert. Genügte es früher nur einen bestimmten Zustand aufzufassen, so reicht das nicht mehr aus, sondern es wird jetzt zur wissenschaftlichen Charakteristik die Entwickelungsgeschichte verlangt. In vielen Fällen, wo man nur über ein einziges, oder nur wenig lebende Exemplare verfügen kann, muss man daher wirklich an denselben sich die Veränderungen von Anfang bis zu Ende verzeichnen. Aber die wichtigsten Anknüpfungspunkte sind nicht immer die offen daliegenden, sondern sie müssen im Innern des Organismus oft sehr mühsam aufgesucht werden, wodurch eine oder mehrere Sectionen durchaus nöthig sind. Daraus folgt, dass es nie an der hinreichenden Anzahl der Exemplare fehlen darf, wenn man genaue und vollständig ausgeführte Beobachtungen haben will. Am genauesten und vollständigsten kann indessen, besonders bei den kleinern und niedern Gewächsen, die Entwickelungsgeschichte studirt werden, wenn man dieselben so zieht, dass man sie in allen Entwickelungsstufen gleichzeitig vor sich hat. Man kann dann die auf einander folgenden Formen beständig vergleichen, kann sie im frischen Gedächtniss mit einander verknüpfen und bekommt so ein viel lebendigeres und nicht selten auch vollständigeres Urtheil von der Sache. Bei niedern Gewächsformen bietet die Natur sehr häufig alle möglichen Entwickelungsstufen unter und neben einander dar und man hat nur nöthig unmittelbar die Untersuchung vorzunehmen.

§. 159.

Die Entwickelungsgeschichte fängt bei allen Pflanzen — ohne Ausnahme — mit dem kleinsten, dem blossen Auge Unerreichbaren an. Daraus folgt, dass das Mikroskop bei Erforschung derselben unentbehrlich ist. Darum müssen wir noch einige Punkte berühren, welche den Unerfahrenen zu Unrichtigkeiten in der Beobachtung verleiten können.

§. 160.

Ich habe schon oben erwähnt, dass beim mikroskopischen Sehen das Auge nicht durch die andern Sinne unterstützt werden kann; dazu kommt aber noch, dass, während wir durch das gewöhnliche Sehen im Stande sind, die Gegenstände in verschiedener Entfernung mit einem Blick zu überschauen und so ihre

Anordnung nach fern und nahe zu bemerken, zeigt uns das Mikroskop bei durchsichtigen Körpern nur diejenigen Objecte oder Theile eines Objects, welche gerade im Focus — also in einer Ebene — beisammenliegen, und es besteht darin gerade die Vortrefflichkeit eines Instruments, dass es Nichts über und unter dieser Ebene zeigt. Durch das Hinauf- und Hinabrücken des Focus kommt in jedem Momente eine andere, normal auf der Axe der Sehlinie stehende Ebene zum Vorschein. Theils hieraus, theils durch Seitenansichten, die man mittelst senkrechter Abschnitte von den vorgenannten Ebenen erhält, muss sich der Beobachter die wirkliche Gestalt zwar ideal, aber gegründet auf jene empirische Anschauung, zusammensetzen. Das ist schwer, und für solche Personen, welche aus Mangel an Phantasie nicht fähig sind, sich eine richtige Vorstellung von einem Dinge durch blosse Combination der vereinzelten Eindrücke zu machen, rein unmöglich. Wo aber die Phantasie wieder zu rege ist, dass sie nicht durch die gewonnene empirische Ansicht gezügelt werden kann, da entstehen falsche Combinationen und Darstellungen. Es gibt nur einen Weg, sich gegen falsche Beurtheilung eines mikroskopischen Objects zu sichern, nämlich sich seine Ansicht von allen möglichen Seiten, von oben und unten, hinten und vorne, rechts und links, zu verschaffen und diese zu fixiren; und wenn schon es in mancher Hinsicht ein Uebelstand des Mikroskops ist, dass es von einem Dinge immer nur bestimmte, in einer Ebene liegende, Punkte auf einmal zeigt, so bietet auch diese Eigenschaft wieder den grossen Vortheil, dass man durch sie genau erfahren kann, was oben und was unten liegt.

§. 161.

Eine andere Schwierigkeit ist die, dass man in gewissen Fällen zweifelhaft sein kann, ob man den Gegenstand in der Bildebene hat oder nicht. Es lässt sich das schwer angeben, namentlich, wenn wir den Körper auch richtig körperlich beurtheilen wollen. Bei Gegenständen von sehr geringer Dicke oder Höhe gilt allerdings der Satz, dass der richtige Focalabstand gefunden ist, wenn das Bild am kleinsten erscheint. Bei Beurtheilung kegelförmiger Erhöhungen auf einer Membran, so wie horizontal liegender Cylinder ist derselbe jedoch nicht mehr richtig und wir müssen hier durch das allmälige Einstellen aller Theile in die Bildebene uns den Begriff zu bilden suchen; um aber die richtige Dicke des Cylinders zu finden, müssen wir die grösste Durchschnittsebene desselben in der Bildebene haben.

§. 162.

Mit der Entfernung eines Objects über oder unter der Bildebene verliert sich die Schärfe und Deutlichkeit, auch nimmt die Grösse zu. Gleichzeitig erscheinen aber auch, oft selbst bei richtiger Bildweite, unter gewissen Verhältnissen, verschiedene Farbenränder oder andere Lichtbilder, welche nicht dem Gegenstande wirklich angehören, sondern theils durch Beugung, theils durch Schwächung der durchgehenden Lichtstrahlen durch ein getrübtes Mittel hervorgerufen werden.

§. 163.

Die durch Beugung hervorgerufenen Farben entstehen, wenn durchsichtige Mittel von verschiedener Dichtigkeit und verschiedenem Brechungsvermögen neben und über einander stehen. Solche Fälle treten namentlich ein, wenn eine Zelle mit einem ätherischen Oele, oder mit Luft gefüllt ist. Die Lufthöhlen zwischen und in Zellen sind überhaupt eine häufige und lästige Erscheinung. Sie bilden immer sehr dunkele Partien. Wo Luft und Wasser sich begrenzen, ist immer ein breiter, doppelter, dunkler Rand zu sehen, durch dessen Mitte eine mit der Grenze parallele helle Linie geht; bei genauerer Betrachtung sieht man auch in den dunkeln Theilen des Randes noch sehr feine parallele Streifen. Bei Luftblasen scheint der äussere wie der innere Rand unter Umständen mehr oder weniger gefärbt. Ebenso sieht man seine Oeffnungen in diesen Zellenhäuten bisweilen gefärbt. Es tritt hier derselbe Fall ein, wenn wir ein Loch mit einer Nadel in ein Kartenblatt stechen und hindurch sehen. In einer gewissen Entfernung vom Auge sehen wir die Oeffnung mit einem gelben Rande eingefasst und bei noch weiterer Entfernung fliesst derselbe in ein gelbes Bild zusammen. Auch kleine dunklere Moleküle auf einem hellern Grunde werden von zarten Farbenrändern umgeben, die nicht immer verschwinden, wenn man sie genau in den Focus bringt; ebenso erscheinen diese an der Spitze sehr zarter Spiralfasern, wenn sie sich bei einem Querschnitt mit einem Ende von der Wandung ablösen. Die letztern Erscheinungen mögen auch wol von der nicht vollständig beseitigten chromatischen Abweichung der Gläser herrühren.

§. 164.

Ich habe oben gesagt, dass auch durch getrübte Mittel Farbenerscheinungen hervorgerufen werden können. Sie kommen z. B. vor, wenn die Abschnitte zu dick gemacht werden,

wo dann eine Trübung durch Vermehrung der Masse hervorgerufen wird; ferner wenn man gefärbte Flüssigkeiten, z. B. Jodintinctur, zur umgebenden Flüssigkeit bringt. Es erscheint dann bisweilen eine bläuliche, mitunter auch grünliche Färbung der Zellenhäute, die mit der bekannten chemischen Reaction dieses Mittels auf Amylon nicht verwechselt werden darf.

§. 165.

Alle diese Erscheinungen muss der Beobachter kennen und wissen, damit er sie als unwesentlich von der Beobachtung trenne, denn diese Farben hängen dem Gegenstande in der Wirklichkeit ebensowenig an, als die Abend- und Morgenröthe der Luft, als das dunstige Blau den fernen Bergen.

§. 166.

Nicht minder muss der Mikroskopist wissen, welche andere Erscheinungen die Beobachtung stören und zu falschen Deutungen Anlass geben können. Dahin gehören

1) alle fremdartigen Staubtheilchen, die theils in der Luft schweben und sich sogar während der Beobachtung auf das Object legen können;

2) alle Bewegungen, welche dem Dinge selbst nicht angehören, doch aber auffallend genug sind, um den Neuling zu stören, oder von der richtigen Bahn abzulenken.

§. 167.

Was die erstern betrifft, so ist es nöthig, geradezu Staub auf seine verschiedenen Formen zu untersuchen, um mit ihnen bekannt zu werden. Namentlich ist es gut die Structur der Haare mancher Säugethiere zu kennen, weil diese sehr oft unter den Staubtheilchen — von Kleidungsstücken herrührend — sind und bisweilen in ihrer Structur manchen niedern Pflanzenbildungen ähneln. So hat z. B. *Meneghini* die Haare irgend eines Nagethieres als Bangia biseriata *(Giorn. Toscan. med. fis. I. No. 2. p. 3.)* beschrieben.

§. 168.

Die Bewegungen, welche sich bei Untersuchungen von Pflanzenstoffen zeigen, aber denselben entweder gar nicht angehören, oder doch so unwesentlich sind, dass sie bei der Beurtheilung der Beobachtung unberücksichtigt bleiben können, sind verschiedener Art:

1) Kommen mitunter in dem Wasser, womit man das Object

umgibt, Infusionsthierchen vor. Sie sind durch längere Uebung im Untersuchen bald zu erkennen und incommodiren den geübten Beobachter nicht mehr.

2) Entstehen Bewegungen von Körperchen durch Strömungen der Flüssigkeit, welche theils durch Verdunstung derselben, theils durch Capillarität, theils auch durch Vermischen verschiedener Flüssigkeiten z. B. Alkohol und Jodintinctur mit Wasser u. s. w. hervorgerufen werden.

3) Sieht man in den Milchgefässen der Blätter von Chelidonium majus Strömungen, welche, wie *v. Mohl* nachgewiesen, durch Druck und Biegungen der Blätter beliebig hervorgerufen werden können, aber lange Zeit den Herrn *Schultz-Schultzenstein* getäuscht haben und vielleicht noch täuschen. Wir werden später wieder darauf zurückkommen.

4) Alle Stoffe, mineralische wie organische, zeigen im Wasser, wenn sie sehr fein zertheilt demselben beigemengt werden, eine eigenthümliche zitternde Bewegung, bei welcher sie jedoch nur wenig von ihrem Orte rücken. Mit Pflanzenstoffen kann man sie leicht hervorrufen, wenn man dieselben mit Wasser zwischen zwei Glasplatten zerdrückt und zerreibt. Sie muss von jedem Beobachter gekannt sein, damit er sie nicht für etwas Besonderes hält, wenn sie ihm einmal innerhalb einer Pflanzenzelle an proteinartigen oder andern Molekülen vorkommen sollte. Sie wurde von ***Robert Brown*** zuerst wahrgenommen und derselbe äussert sich (in seinen „Vermischten botanischen Schriften" IV. 503) darüber wie folgt: „Aeusserst kleine Theilchen einer starren (nicht flüssigen) Materie, sie sei nun organischen oder unorganischen Ursprungs, zeigen, wenn sie in reinem Wasser oder in irgend einer wässrigen Flüssigkeit schwebend erhalten werden, Bewegungen, deren Grund ich nicht angeben kann, und die in ihrer Unregelmässigkeit und scheinbaren Unabhängigkeit den trägern Bewegungen einiger der kleinsten Infusorien im hohen Masse gleichen. Die kleinsten sich bewegenden Theilchen, die ich beobachtete, und welche ich „Active Moleküle" genannt habe, scheinen sphärisch oder fast sphärisch zu sein, und zwischen $^1/_{20000}$ und $^1/_{30000}$ eines Zolls im Durchmesser zu haben. Es kommen aber auch beträchtlich grössere Theilchen von verschiedenem Umfang und entweder von ähnlicher oder von sehr abweichender Gestalt vor, welche unter gleichen Umständen sich auf ähnliche Weise bewegen." Man bezeichnet diese Bewegung jetzt allgemein mit dem Ausdruck Molekularbewegung. Mir kommt die ganze Bewegung

nicht wie eine infusorienartige vor, sondern es scheint mir, als wenn alle Moleküle sich abwechselnd anzögen und dann wieder abstiessen, wodurch ein leichtes Gewimmel entsteht, welches vielleicht in electrischen Ladungen und Entladungen seinen Grund hat, was auch *Schleiden* (Grundzüge. 3. Ausg. I. 114) vermuthet.

§. 169.

Nun erst gelangen wir wieder zu der Sache selbst. Und was ist es, was wir weiter von derselben aufzufassen haben? Punkte, Linien und Flächen. Das ist Alles, denn aus ihnen müssen wir das Object begreifen, indem wir es in dieselben zerlegen, und zu fassen suchen, indem wir die erst auseinandergelegten Theile wieder vereinigen. Diese ganze Anschauung, Betrachtung und Beobachtung eines Dinges erzeugt daher eine fortwährende Kette von mathematischen Urtheilen, für welche zuletzt die allgemeine Formel gesucht werden soll. Durch diese allgemeine Formel bezeichnen wir den Charakter des Dinges, nicht aber sein Wesen, was für uns überhaupt nicht erkennbar ist. Aber wir unterscheiden dennoch wesentliche und unwesentliche Merkmale, und verstehen unter jenen diejenigen, welche unverändert sind, während diese veränderlich sein können. Da aber, streng genommen, unter den sinnlichen Merkmalen es kein einziges gibt, welches unverändert wäre, so haben wir in Wirklichkeit nur die Wahl zwischen mehr oder weniger veränderlichen. Das mahnt uns, wo möglich kein einziges Merkmal unbeachtet zu lassen, kurz den Gegenstand so scharf und genau bis in seine kleinsten Theile zu verfolgen und keinen derselben zu vernachlässigen. Denn was heute für ein sogenanntes constantes Merkmal gegolten, ist es vielleicht morgen nicht mehr. Durch eine einzige besondere Ansicht wird nicht selten der Werth eines bisher verkannten Merkmals erkannt und dadurch zur Geltung gebracht.

§. 170.

In allen Fällen, wo die Beobachtung noch nicht geschlossen und daher die logische Verknüpfung mit dem Ganzen unsicher ist, muss die kahle nackte Anführung der Thatsachen genügen. Das ist immer besser, als eine unrichtige Verbindung.

§. 171.

Zu tadeln ist aber das Verfahren, wonach eine Definition an die Spitze gestellt wird, der man nachher die willkürlich herausgesuchten Beweise — oft auch gehörig zugerichtet — anhängt,

die Gegenbeweise aber, die oft in noch grösserer Menge vorhanden sind, ignorirt, als wären sie gar nicht da [19]). Der Botaniker muss daher seine ehrliche und wahre Gesinnung nicht bloss darin an den Tag legen, dass er nur Wahres darstellt, sondern auch darin, dass er andere Wahrheiten, die mit seiner Ansicht nicht stimmen, nicht absichtlich verschweigt. Nur dasjenige darf er verschweigen, was er nicht entziffern kann.

§. 172.

Ich habe schon oben (§. 70) gezeigt, dass nur die reine Wissenschaft Gesetze kennt, und dass dieselben in der Sinnenwelt zwar herrschen, aber von uns nicht zu erkennen sind, so dass wir uns mit Regeln helfen müssen. Es kann sich das kein selbständiger Forscher genugsam vorhalten, dass nur die Annäherung an das Gesetz der Pflanzenwelt möglich ist. Die ganze Naturwissenschaft ist immer nur eine Combination von den durch Untersuchung und Beobachtung gefundenen Thatsachen gewesen. Jede neue Entdeckung befestigt oder vernichtet eine solche Combination und erzeugt in dem letztern Falle eine andere. Eine jede solche Vernichtung zeigt, dass immer die Schuld der Unhaltbarkeit einer Combination entweder in dem Mangel an hinreichenden Thatsachen, oder an einer mangelhaften Fassung gelegen hat, bei welcher gewöhnlich der Werth der dabei betheiligten Merkmale nicht gehörig erkannt wurde.

§. 173.

Wer nun seinen Combinationen keine ephemere Dauer geben will, der sorgt schon von selbst dafür, dass er sich in den Besitz eines hinreichenden Vorraths von Thatsachen setze und sich die genaueste Kenntniss über den relativen Werth der einzelnen Merkmale verschaffe.

Die Darstellung.

§. 174.

So sind wir nun da angelangt, wo wir diejenigen Mittel betrachten, womit der Botaniker sein Wissen beschliesst.

Die Darstellung des Wissens ist die Vollendung der Wissenschaft. Jede Darstellung des Wissens ist ein Schaffen desselben, sie zeugt daher nicht bloss von dem Wissen des Menschen, sondern auch von dem Können und tritt so in das Gebiet der Kunst.

Die Darlegung des Wissens ist daher immer eine künstliche Handlung. Eine solche ist aber keine beengte naturgesetzliche, sondern eine menschlich-freie, die jedesmal durch das Subject ihre Bestimmung erhält. Schon die Anschauung der Dinge ist ein subjectiver Act, und so geht es fort, bis die Darstellung gegeben ist. Dadurch bekommt jedes Object in der Darstellung eine individuelle Beimischung, deren Entfernung ein widersinniges Verlangen wäre.

§. 175.

Aber das Verlangen soll und muss an das darstellende Subject gestellt werden, dass es sich den höhern Standpunkt der Subjectivität, den die Wissenschaft gewährt, eigen gemacht habe.

§. 176.

In der Kunst streben wir nun immer nach der Darstellung des Schönen, und die Pflanzenwelt ist nicht eine von den letzten Schönheiten der Natur. Sie legt ihre Schönheit in der unendlichen Mannigfaltigkeit ihrer Formen und der Pracht ihrer Farben mit grösserer Offenheit dem Menschen dar, als irgend ein anderes Naturreich. Darum hat auch die Poesie sich am meisten mit an ihr versucht. Aber die gewöhnliche niedere Poesie kennt nur die oberflächliche Schönheit der Pflanzenwelt; ja, sie erlaubt sich sogar sie zu schminken, indem sie sie mit Illusionen geistesarmer und unwissender Subjecte bemalt. So entsteht oft ein Zerrbild, an dem nur der Gefallen finden kann, der auf gleicher niederer Stufe geistiger Cultur steht [20]).

§. 177.

Man kann daher die Botanik die höhere Poesie von der Pflanzenwelt nennen, indem sie danach strebt — nicht die Illusionen des Menschen — sondern die Wahrheit der Pflanzenwelt, die ihre höchste (nicht geschminkte) Schönheit ist, darzustellen. Diese höchste Poesie ist erreicht, sobald wir immer für den erhaltenen Eindruck auch den richtigen Ausdruck gewinnen. Ja, man kann sagen, dass, wenn die Pflanze der Ausdruck eines Gesetzes ist, so müssen wir auch dieses Gesetz darstellen, sobald wir den wahren Ausdruck für die Pflanze gewonnen haben.

§. 178.

Darauf kommt Alles an. Und da wir nun die Pflanze erst genauer aus ihrer Zergliederung finden, so wäre unsere nächste Sorge, auch den Ausdruck für diese Glieder zu finden. Jede

Pflanze lässt sich einer mathematischen Betrachtung unterwerfen, weil sie eine Grösse ist. Aber sie ist eine continuirliche und zugleich variable Grösse, und desshalb incommensurabel. Das ist nicht nur beim ganzen Pflanzenreich so, sondern auch bei jeder einzelnen Pflanze und ihren Gliedern. Jedes einzelne Glied ist daher eine Summe von Differentialen, also ein Integral. Es leuchtet ein, dass, wenn wir den mathematischen Ausdruck der Pflanzenformen aus der niedern Mathematik nehmen wollten, dies ein vergebliches Bemühen sein würde, weil diese es nur mit constanten Grössen zu thun hat. Es muss hier ein anderer Weg eingeschlagen werden, und dieser besteht darin, für jedes einzelne Integral ein entsprechendes Sinnbild zu substituiren und es dadurch ausdrücken zu lassen.

§. 179.

So reproducirt der Mensch die Pflanze — wie überhaupt die Natur — welche er nur sinnbildlich auffasst, durch ein selbstgeschaffenes Sinnbild, das ihm als der adäquate Ausdruck der Pflanze seinerseits erscheint. Darum ist der wahrste, höchste, reinste und schönste Ausdruck, den er für die Pflanze, wie für die ganze Natur gewinnen kann, ein Gemälde. Ein Gemälde, welches nicht nur Totalansichten, sondern auch Lebenserscheinungen bis in die innersten Tiefen, zu denen der menschliche Geist sich hinabzusenken vermag, wiedergibt.

§. 180.

Jeder sinnliche Eindruck, der uns in der Pflanzenwelt durch seine Neuheit, seine Schönheit überrascht, bringt zunächst eine stille Verwunderung [21]), eine stumme Verehrung hervor. Die stille Ueberraschung ist daher die zauberische Gewalt, die die Natur der Pflanze auf alle Menschen mehr oder weniger ausübt, sie in ihren Zauberkreis fesselt und verstummen macht, wenn die Sprache, in der sie zu ihm spricht, von ihm nicht verstanden wird. Darum ist auch das erste Bild, was er von ihr empfängt, kein lautes (keine Klangfigur), sondern ein stummes, und dieses stumme Bild ist es, was er zunächst zu reproduciren sucht.

§. 181.

Jeder Mensch, der sich nicht mit der Lautsprache helfen kann, nimmt zum Gestus seine Zuflucht, den er, wenn es nöthig, mit allen seinen Körpertheilen, am meisten aber durch Handbewegungen, ausführt. Der Gestus ist das Zeichnen des Gegen-

standes in der Luft. Das gibt aber nur ein vorübergehendes Bild. Um es bleibend zu machen, ist der Gestus mit dem Griffel auszuführen.

§. 182.

Ich habe nicht ohne Absicht in der historischen Einleitung dieses Buches gesagt: „Es ist charakteristisch, dass das erste selbständige Werk in der Botanik ein Bilderwerk ist.“ Daraus, und aus der ganzen Geschichte der Botanik erhellt, dass die Pflanzenwelt mehr zu dem Auge, als zu dem Ohre spricht, daher durch sie auch mehr die Augensprache als die Ohrensprache geweckt wird, daher auch die Augensprache für die Botanik eine gewichtigere, als die Ohrensprache ist, daher auch das Erkennen der Pflanzenwelt mittelst der Ohrensprache allein (d. i. die Erlernung der Botanik aus Büchern) eine Unmöglichkeit ist.

§. 183.

Aber die Augensprache spricht der Mensch nicht mit der Zunge, sondern mit der Hand, indem er das Bild durch ähnliche Linien zu begrenzen, und ähnliche Farbenlichter in die fixirten Grenzen einzutragen sucht, wie er in der Natur gefunden hat. So ahmt er die Natur nach und sucht von ihr ein Abbild darzustellen.

§. 184.

Dieses Abbild ist zwar nicht das gleiche, aber doch das ähnlichste, was der Mensch von der Pflanze darzustellen vermag. Es gewährt, wenn es mit möglichster Genauigkeit ausgeführt ist, die richtigste und genaueste Vorstellung von der Pflanze, sowol in der Totalansicht, als auch im Einzelnen. Es gewährt ausserdem den Vortheil, dass es in einem leicht zu übersehenden Raume gefasst werden kann, ohne das Detail so vernachlässigen zu müssen, als es bei gleicher Uebersichtlichkeit in der Lautsprache der Fall ist.

§. 185.

Es ist daher für jeden Forscher, welcher die wissenschaftliche Darstellung der Pflanzenwelt sich zur Aufgabe gemacht hat, eben so nothwendig, dass er zeichnen, als sprechen und schreiben könne.

§. 186.

Das Zeichnen hat, ausser dem Vortheil der genauern Darstellung einzelner Momente des Pflanzenlebens, auch noch das Gute, dass man bei demselben genöthigt wird, sich die Sache

viel genauer und öfter anzusehen, als beim Schreiben, weil man keinen Strich an der Zeichnung thun kann, ohne ihn vorher in seiner gehörigen Lage und Grösse mit allen übrigen Verhältnissen verglichen zu haben. Ohne diese Genauigkeit und Schärfe bei der vergleichenden Betrachtung kommt kein richtiges Bild in Stand, und ob eine Darstellung richtig ist, sieht man bei der Vergleichung des Bildes mit dem Original viel leichter, als bei der schriftlichen Darstellung.

§. 187.

Daher kommt es auch, dass Abbildungen, wenn sie gut sind, einen bleibenden, classischen Werth haben, während schriftliche Darstellungen oft sehr schnell veralten und unbrauchbar werden. Das Abbild gewährt auch den Vortheil, dass ich in ihm oft Sachen ausdrücken kann, wofür die Lautsprache gar keinen Ausdruck besitzt, und endlich, dass ich bei der Abbildung am wenigsten von der objectiven Auffassung abweichen kann. Endlich prägt sich das Bild beim Abbilden stärker und bleibender dem Gedächtniss ein, so dass man es leicht und zu jeder Zeit für die innere Anschauung wieder wecken und dadurch sicherer für spätere Fälle wieder benutzen kann.

§. 188.

Das Alles mahnt den Botaniker, dass er sich bei Anfertigung der Abbildungen nicht auf den Künstler verlassen kann und darf, sondern dass er seine Zeichnungen selbst ausführen, ja wo möglich auf dem Stein oder dem Metall ausführen müsse, wenn er befriedigende Darstellungen erhalten will. Die Wahrheit dieser Worte wird Jeder zugeben, der weiss, wie selbst der aufmerksamste, genaueste und gewissenhafteste Forscher bei seinen Untersuchungen immer schärfer unterscheiden lernt und später auch da Heterogenes deutlich gewahr wird, wo er früher nur Homogenes zu erblicken geglaubt hatte.

§. 189.

Ganz besonders wichtig aber ist die Abbildung mikroskopischer Gegenstände, welche man gleichsam der unsichtbaren Welt entrückt und in die sichtbare versetzt. Die Vergleichung mikroskopischer Objecte ist ausserordentlich schwierig, weil man sie meist nur nach einander, nicht neben einander haben kann, wie die Blumen im Garten und die grössern Pflanzen im Herbarium. Man hat also keinen unmittelbaren Totalanblick ihrer

Gruppen. Da ist nun die Abbildung des vergrösserten Objects etwas Unentbehrliches, weil sie allein die mikroskopische Welt in der sichtbaren bleibend macht.

§. 190.

Der gewöhnliche Zeichner sieht auch die Dinge nur mit gewöhnlichen (unwissenden), nicht mit wissenden Augen an. Daher kommt es, dass deren Abbildungen nie wissenschaftliche Genauigkeit und Schärfe haben, namentlich wenn sie nicht durch wissenschaftlichen Beirath unterstützt werden. Ja selbst der Lithograph oder Kupferstecher ist oft genöthigt, sich das Object im Original zu besehen, wenn er die Zeichnung von einem Naturforscher richtig wiedergeben soll.

§. 191.

Der gewöhnliche Zeichner gibt uns die Pflanzenwelt nur in derjenigen Aesthetik, wie sie das unwissende Publicum empfindet, nämlich ganz oberflächlich, weil diese Aesthetik durch das wissenschaftliche Detail gestört wird. Dieses Letztere ist auch für das profane Publicum in der That nicht vorhanden. Darum geht diese Malerei mehr darauf hinaus, das Detail zu verstecken, um so mehr den Gesammteffect festzuhalten; ja sie findet es sogar verdienstlich, hie und da „Verbesserungen" anzubringen, also das Bild noch mit ihren subjectiven Schönheitsbegriffen zu schmücken.

§. 192.

Das Alles muss bei wissenschaftlichen Zeichnungen wegfallen und darum taugt ein gewöhnlicher Künstler nicht für wissenschaftliche Darstellungen.

§. 193.

Aber es darf jetzt auch nicht übersehen werden, dass der wissenschaftliche Pflanzenzeichner ebenfalls nicht geringen Gefahren ausgesetzt ist, wenn er sich bei der Zeichnung mehr von seiner subjectiven theoretischen Ansicht, als von dem Object leiten lässt, wenn er seine Idee, als das Massgebende betrachtet, dem er nur das verkümmerte Abbild als Beweismittel beizufügen habe; in Summa: Wenn man es den Abbildungen gleich ansieht, dass sie nach dem Texte gemacht sind und dass die Natur höchstens von Ferne darauf influirt habe. Man mag solche Darstellungen für sich oder Andere als Schemata aufstellen und sie als eine vorherrschend subjective Auffassung ausgeben; als treue und

wahre Abbildungen dürfen sie nicht ausgegeben werden, ohne ein wissentliches Falsum zu begehen.

§. 194.

Ich kann hier nicht unterlassen zu bemerken, dass das Höchste in der schematischen Darstellung von subjectiven Pflanzenbildern von *Karl Naegeli* geleistet worden ist. Namentlich geben die Tafeln zu seinem Buche „Die neuern Algensysteme und Versuch zur Begründung eines eignen Systems der Algen und Florideen“ Zeugniss davon. Als Abbildungen von wirklichen Pflanzentheilen haben solche schematischen Figuren gar keinen Werth. Die *Naegeli'schen* Figuren zeigen nur, wie die Algen sein würden, wenn sie nach *Naegeli's* Theorie gebildet wären. Das ist nun zwar in so fern gut, dass man gleich von vorn herein weiss, wie man mit dem Verfasser dran ist; aber daran liegt nur dem Forscher nicht viel, sondern die objectiven Thatsachen sind ihm wichtiger. Wenn er nun diese in solcher verstümmelten, zurecht gezirkelten und geometrisch abgemessenen Weise vorgeführt findet, so kann er nur beklagen, dass der grosse Werth einer getreuen Abbildung so ganz verkannt wird.

§. 195.

Die Zeichnungen der mikroskopischen Bilder haben, wenn man sie frei ausführen will, ihre grossen Schwierigkeiten. Sie erfordern eine ziemliche Fertigkeit im Treffen, die nur durch beständige Uebung erreicht werden kann. Es gibt aber Vorrichtungen, womit man das mikroskopische Bild — mittelst der Camera lucida — unmittelbar auf das Papier fallen lassen kann, so dass man nur nöthig hat, dasselbe mit dem Bleistift zu umziehen. Das Abbild wird dadurch ungemein treu und wahr. Hat man so die Hauptumrisse und die Lage der einzelnen Theile gewonnen, dann kann man leicht die künstlerische Vollendung an demselben anbringen.

§. 196.

Zur Vervielfältigung der Abbildungen dienen ziemlich alle Arten von Kupferstich, Stahlstich und Lithographie. Bei mikroskopischen Objecten müssen jedoch die Lithographien entweder mit der Nadel, oder mit der Feder, verbunden mit dem Crayon, ausgeführt werden. Meine Zeichnungen zur *Phycologia generalis* und den spätern Werken, auch zu diesem, sind mit der Diamantnadel in Stein gravirt. Auch die Zeichnungen vieler

Tafeln, welche *Henry* und *Cohen* zu den *Nova Acta* der Leopoldinisch-Karolinischen Akademie, zu *Nees von Esenbeck's Genera plantarum* und andern Werken geliefert haben, sind in dieser Weise gefertigt. Dagegen sind die Tafeln in der *Linnaea*, der botanischen Zeitung und der *Link'schen* Werke, welche von *C. F. Schmidt* herrühren, mit der Feder und dem Crayon dargestellt. Will sich Jemand diese Fertigkeiten aneignen, so rathe ich zur Lithographie, weil sie am leichtesten auszuführen ist, wenn man im Zeichnen schon hinreichende Uebung hat. Ich rathe dann aber auch noch, sich nur in einer Manier zu üben und in derselben zu vervollkommnen, als bald diese, bald jene in Anwendung zu bringen, indem man so in keiner recht fest wird.

§. 197.

Ein grosser Uebelstand herrscht noch — namentlich in den Lehr- und „populären" Büchern der Botanik — darin, dass gewisse Abbildungen die Runde durch die Bücherwelt machen, indem sie ein Compilator von dem andern copirt. Weil nun in der Regel jeder Copist das Ding etwas verändert, so sieht das letzte dem Original gar nicht mehr ähnlich. Demohngeachtet wird das unwissende Publicum von den gewissenlosen Bücherfabrikanten immer weiter betrogen. Das mahnt uns, dass wir nur da eine Abbildung entnehmen dürfen, wo wir nicht im Stande sind, eine Originalabbildung anzufertigen und die feste moralische Ueberzeugung haben, dass die Abbildung genau ist.

§. 198.

Wie genau aber auch eine Abbildung ist, Eins fehlt ihr, und gerade etwas sehr Wesentliches, das Leben. Die Abbildung kann nämlich immer nur einen Moment ausdrücken; diesen Moment hält sie bleibend fest — wie die getrocknete todte Pflanze im Herbarium — und dadurch liefert sie nur die Pflanze in ihrer Erstarrung. Selbst wenn wir noch so viele Entwickelungsstufen in der Abbildung geben, so sind dies doch nur einzelne, abgerissene, erstarrte Momente, welche sämmtlich durch scharfe willkürliche Einschnitte von einander getrennt sind. Darum reicht die Abbildung nicht aus, wenn man das Leben — die nach ewigen Gesetzen geregelte Bewegung — der Pflanze wiedergeben, wenn man ihre Lebensgeschichte nicht in willkürlich abgerissenen Bruchstücken, sondern im Zusammenhange und in seiner so mannigfaltigen Verschlingung kennen lernen will.

§. 199.

Da tritt nun die Ohrensprache, welche das geistig Aufgefasste durch den articulirten Laut versinnlicht, an die Augensprache heran, um dieselbe zu unterstützen, indem sie die erkannten Vorgänge sinnbildend wiedergibt, die vorher mit dem stummen Auge verfolgt wurden. Durch die Lautsprache wird daher für den Menschen die Natur — wie überhaupt seine Umgebung — höher belebt, indem er durch sie sein geistiges Verhältniss mit ihr fester knüpft. Denn die Lautsprache ist nur sein Eigenthum, sein Wesen, und er kann daher sich ohne dieselbe auch nicht genügend bezeichnen. Sie dient ihm überall, bei allem seinen Thun und als nothwendige Vermittlerin mit seines Gleichen, also auch mit sich selbst. Denn er selbst wird sich erst klar und findet in sich seine volle Befriedigung, wenn er das, was ihn geistig bewegt, in Worte fassen kann.

§. 200.

Das Wort ist daher der nothwendige Begleiter des Abbilds; es dient ihm als Erläuterung und erzeugt und verbreitet so erst die Wissenschaft, indem es dem Bilde seinen (des Wortes) Inhalt und seine Form anpasst. Die Form wird hier ganz aus Sinnbildern, gleichsam mosaikartig, gewoben, aus Sinnbildern, deren natürliche Bedeutung nie eine gleichmässig scharfe Begrenzung zulässt, und daher immer mehr oder weniger willkürlich gefasst werden können und wirklich gefasst werden. Darum ist in jedem Texte immer die Individualität des Darstellers in viel höherem Grade niedergelegt, darum zeigt sich aber auch im Texte die Differenz der Anschauungen, Erfahrungen und Verknüpfungen viel grösser, als in dem Abbild.

§. 201.

Die nächste Wirkung einer solchen Differenz ist immer eine Störung des moralischen Verhältnisses zwischen den Personen. Diese Störung ist um so heftiger und anhaltender, wenn sich in dieses Verhältniss Anmassung, Dünkel, Rechthaberei, Unredlichkeit u. s. w. mischt; kurz, wenn die streitenden Parteien vergessen, dass die Wissenschaft ihrer Person voransteht. Je mehr ich mit der Wissenschaft bekannt geworden bin, um so mehr habe ich mich überzeugt, dass Polemik gar nichts mit ihr zu thun hat. Denn aus der Meinungen Streit geht siegend die Wahrheit niemals hervor. Jeder Streit ist ein gewaltthätiger, rein subjectiver Act, bei welchem der Eine dem Andern Etwas aufzwin-

gen will, was er entweder nicht haben mag, oder nicht haben kann.

§. 202.

Selbst die Wahrheit kann Niemanden aufgezwungen werden; denn wo Einsicht herrscht, zwingt sie sich von selbst auf und da weist sie Niemand zurück. Wo Mangel an Einsicht herrscht, da ist nur eine Verständigung möglich.

§. 203.

Wo aber eine offenbare Lüge, ein Betrug oder Irrthum vorliegt, da decke man Alles sine ira et studio auf; wo hingegen Thorheiten und Narrheiten ins Spiel kommen, da hilft auch keine Polemik. Einen Andern aber zu verletzen, weil er anders denkt, dazu hat Niemand ein Recht.

§. 204.

Nur die Kritik werde unnachsichtig geübt; wer diese nicht vertragen kann, taugt nicht für die Wissenschaft. Jede polemische Kritik aber, oder Antikritik verdient keine Beachtung. Die Kritik ohne Bitterkeit ist die schärfste Waffe zur Ausrottung gewisser Missbräuche. Kritiklose Recensionen aber von Leuten oder Schwachköpfen, die der Sache, die sie beurtheilen wollen, ganz und gar nicht gewachsen sind, bringen vielen Schaden und haben auch die Kritik bei Manchem in Misscredit gebracht. Leider sind gewisse Zeitschriften zu ordentlichen Recensirmaschinen herabgesunken, wo man die Worte mit dem Zollstocke misst, oder wo ein Mitarbeiter über Alles aburtheilen muss, wenn er es auch nicht versteht. Eine Unart muss ich dabei noch zur Sprache bringen, welche darin besteht, dass manche sogenannte Recensenten den Verfasser für das tadeln, was er nicht gebracht und auch gar nicht hat bringen wollen. Auch Nichtrecensenten, „welche weniger bei dem verweilen, was ein Buch enthält, als bei dem, was nach ihrer individuellen Ansicht darin gefunden werden sollte“ [22]), sprechen häufig ungegründeten Tadel aus, während sie wieder sich in Lobhudeleien ergehen, wo die schärfste Kritik am rechten Platze gewesen wäre. Mit solchen Menschen muss man viel Geduld haben.

§. 205.

Dass die Literatur nicht vernachlässigt werden darf, und dass der Verfasser bei der Darlegung wichtiger Thatsachen, die Andere gefunden haben, sich nicht den Anschein geben darf, als rührten

dieselben von ihm her, versteht sich von selbst, obschon ich nicht für nöthig halte, dieses Verlangen so weit auszudehnen, dass bei jeder Kleinigkeit der erste Entdecker nachgewiesen werden müsse. Denn das Meiste hat der tüchtige Schriftsteller doch selbst gesehen, ganz unabhängig vom ersten Entdecker, und er hat daher auch in diesem Fall das Recht, es als sein Eigenthum darzustellen. Mit einem grossen literarischen Nachweis zu prunken, wie wol früher es oft geschah, oder jeden Gedanken, den man ausspricht, noch durch eine Menge Citate zu belegen — um den Beweis zu liefern, dass man nichts Kluges und Dummes sagen könne, was die „Vorwelt" nicht auch gedacht habe — ist bei einem naturwissenschaftlichen Buche, was nicht gerade die Literatur zu seinem Vorwurfe hat, gar nicht angebracht. Es genügt hier eine Auswahl des Besten. Die Botanik hat hierin gerade am meisten gefehlt, weil sie sich aus dem Mittelalter herschreibt, wo die Citate in höherm Ansehen standen, als die Beobachtungen. Die Physik und Chemie haben diesen Missbrauch längst abgeschafft.

§. 206.

Es versteht sich ebenfalls von selbst, dass der Darsteller sich eines klaren deutlichen Stils befleissige; kann derselbe zugleich schön sein, so ist das desto besser. Denn das rechte Schöne ist auch jedesmal geordnet, ebenmässig und wahr, und alles dies ist der Naturwissenschaft, die das Schönste darzustellen hat, angemessen.

§. 207.

Vor Allem aber ist logische Anordnung des Stoffs zu empfehlen, ohne deren strenge Befolgung man dem Verständniss der Sache schadet. Die *Linné'schen* Werke sämmtlich, namentlich die *Philosophia botanica*, können darin als Muster dienen. Alle übrigen botanischen Schriftsteller, selbst unsere besten neuesten, können sich nicht mit ihm messen. Zum Beweis führe ich *Schleiden* an, weil er gerade von Allen am meisten — und das mit Recht — auf eine philosophische Durchbildung und namentlich logische Durchdringung des Gegenstandes hält. Dieser spricht in seinen Grundzügen zuerst von den verschiedenen Formen des Stärkmehls; im ersten Capitel des zweiten Buches von der Formenlehre der Pflanzenzelle; im ersten Capitel des dritten Buches von der allgemeinen Morphologie (Formenlehre), und im zweiten Capitel von der speciellen Morphologie. Verstösse gegen die Logik kommen aber in allen Büchern vor, selbst in solchen,

welche Logik lehren wollen, und ein Logiker weiss immer des andern Fehler aufzudecken, ohne fähig zu sein, die seinigen ganz zu vermeiden.

§. 208.

Das kommt daher, dass eines Jeden geistiges und physisches Auge seine individuellen Stärken und Schwächen hat. Jene setzen ihn in den Stand die Schwächen Anderer — die nicht gerade die seinigen sind — zu erkennen, diese hindern ihn die eignen Fehler zu vermeiden.

§. 209.

Es ist daher sehr nöthig, dass Jeder seine individuellen Schwächen zunächst kennen lerne, bevor er Andere beurtheilt, oder gar tadeln will; denn es kommt dann nicht selten vor, dass ein solcher seine Schwächen als Massstab anlegt, Etwas zu verbessern meint, in der Wahrheit aber die Sache nur verbalhornt. Zwischen manchen Schriftstellern besteht daher auch die löbliche und allgemein sehr empfehlenswerthe Sitte, dass sie sich ihre Manuscripte zu gegenseitiger Correctur vor dem Druck zusenden.

§. 210.

Hieraus geht hervor, wie nöthig öffentliche Beurtheilungen von Schriften — aber nur von tüchtigen Kennern, nicht von Solchen, die sich unfähig gezeigt haben, selbst etwas Ordentliches zu leisten — sind, wenn keine absichtlich verletzenden Absichten gegen den Verfasser dabei im Spiele sind.

§. 211.

Ferner trägt zu einer guten Darstellung noch bei, dass der Verfasser keinen Stoff mit hineinziehe, den er nicht vollkommen beherrsche. Ein Jeder beherrscht eigentlich nur das, was er kennt. Es gibt aber Schriftsteller, die gern mit einer Fülle von Material kokettiren, um damit ihre ausgedehnten Kenntnisse zu zeigen. Es ist allerdings nöthig, einen Begriff deutlich zu machen, und die inductive Methode bringt es mit sich, dass ein Begriff um so deutlicher wird, je mehr Einzelheiten ihn gebildet haben, darum sind diese von Wichtigkeit, wenn derselbe festgestellt werden soll. Ist das letztere aber geschehen und handelt es sich in einer Arbeit darum, mehr allgemeine als specielle Wahrheiten darzulegen, dann ist es in der That sehr lästig für den Leser und für die Wissenschaft überflüssig, wenn der Verfasser mehr Einzelnheiten anführt, als zum Beleg nöthig sind. Man sollte

doch immer allgemeiner einsehen lernen, dass die eignen wissenschaftlichen Untersuchungen einen Jeden mit der Zeit so in Anspruch nehmen, dass er sie nicht bei unnöthig ausgedehnten und weitläufigen Darstellungen, namentlich wenn sie mit vielem leeren Geschwätz gemischt, oder auch mit ewigen Zänkereien und Raufereien unterbrochen werden, vergeuden darf. Es ist in der That Mancher selbst Schuld daran, wenn seine Arbeiten nicht so gründlich angesehen und mit solchem Eifer gelesen werden, wie sie es ihres wissenschaftlichen Inhalts wegen verdienen. Summa: Man hüte sich, seine Darstellung eben so mit Stoff, als mit unschönen Redensarten zu überladen[23]).

§. 212.

Ich komme nun zu dem Ton oder Vortrag, in welchem eine Darstellung gefasst wird. Die Botanik, wie jede besondere Wissenschaft, macht einen Unterschied, wenn sie zu einem Publicum spricht, bei dem es eine allgemein sprachliche und encyclopädisch-wissenschaftliche Bildung voraussetzt, oder zum Volke. Darum unterscheidet man den populären und den wissenschaftlichen Vortrag.

§. 213.

Wenn man das Volk in der Wissenschaft unterweisen will, so hat man die Absicht, die wissenschaftliche Anschauungsweise unter demselben zu verbreiten und durch dieselbe die bisherige volksthümliche, welche mit allerhand Aberglauben und Fabeleien vermengt ist, zu verdrängen, nicht aber beide Anschauungsweisen zu vermengen, wodurch nur die Confusion vermehrt wird.

§. 214.

Das ist löblich und gut, auch ganz in dem Wesen der Wissenschaft begründet. Da kommt es nun darauf an, sich des Volkslexicons in Betreff der Ausdrucksweise zu vergewissern, und die in der Wissenschaft gebräuchliche Terminologie in dasselbe zu übersetzen; aber, wohl gemerkt, behutsam, damit man nicht einen Terminus durch ein solches Volkswort ersetzt, wodurch die bisherige falsche Anschauungsweise festgehalten, also der gute, löbliche Zweck ganz verfehlt würde. In solchen Fällen und in allen denen, wo die Volkssprache den Ausdruck des Dinges gar nicht besitzt, muss der wissenschaftliche Ausdruck — wenn man die Wahl hat, der am leichtesten verständliche — gebraucht werden. Das ist populäre Methode; und nur so wird sie segen-

und heilbringend. Sie klärt auf, reinigt und erweitert die Volkssprache, macht das Volk gesittet und durch die Gesittung frei.

§. 215.

Aber das Volk hat auch seine Methode. Es ist der Volkston.

„Me schwezt, wie eim der Schnabel gwachse isch.
Gern chönti's besser, aber's will nit goh.
(Hebel.)

Dieser Volkston hat unter dem Volke seine volle Berechtigung und seine tiefe Bedeutung; aber er hat sie nicht in der Wissenschaft, weil er sie herabzieht.

§. 216.

Dennoch gibt es — so viel ich weiss — keinen einzigen populären Schriftsteller, welcher sich das so recht klar gemacht hätte. Vielmehr meinen gerade die Meisten, man müsse mit dem Volke auch im Volkstone aus der Wissenschaft (ein wahrer Widerspruch) sprechen und in dieser Befangenheit glauben sie dann das höchste Ziel erreicht zu haben, wenn sie ihren Text mit volksthümlichen oder kindischen Redensarten beginnen, dann allmälig in den Gegenstand als solchen eingehen und hierauf den wissenschaftlichen Theil des Textes etwa in folgender Weise mit dem Volkston vermischen: „Bei vielen Arten, wie eben beim Kannenkraut (Equisetum arvense), sind Stengel, Aeste und Zweige — Blätter gibt es nicht an ihnen (!) — sehr scharf gerieft und rauh, welches daher rührt, dass sich in dem Gewebe derselben eine Menge feiner (!) Kieselerde mit vorfindet, wodurch das Kraut so scharf wird, als wenn der Schleifer den Polirstein mit Smirgel, auch eine Kieselerde (!), bestrichen hätte. Das könnt ihr der Köchin in meinem Namen sagen und ein Compliment dazu", u. s. w.

§. 217.

Solcher Ton gehört in keine „Naturgeschichte", auch nicht in eine „für Kinder". Wenn man die Kinder lieb hat und es nun einmal nicht lassen kann, für sie eine „Naturgeschichte" zu schreiben, so hat man darauf zu sehen, den Kindern wissenschaftlichen Sinn und nicht umgekehrt, der Wissenschaft kindischen Sinn einzupflanzen, um beide für einander zu gewinnen. Für einen Schriftsteller aber, der in einem solchen Buche öfters sich selbst das Prädicat eines „Naturforschers" beilegt, geziemt sich solcher Ton desshalb nicht, weil er weder zum populären noch wissenschaftlichen, sondern zum trivialen Vortrag gehört,

welcher darin besteht, das „Erhabene in den Staub zu ziehen." Dieser triviale Vortrag wird auch nur von Halbwissern oder unwissenden „Literaten", „Belletristen" u. s. w. befolgt, denen bloss daran gelegen ist, sich beim niedern Publicum beliebt zu machen, um einen guten „Absatz" zu erzielen. Diese Schriftsteller hatte *Goethe* im Sinne, als er den Mephistopheles fragen liess:

> „So sagt mir doch, verfluchte Puppen!
> Was quirlt ihr in dem Brei herum?"

Worauf die Antwort:

> „„Wir kochen breite Bettelsuppen."“
> „Da habt ihr ein gross Publicum."

§. 218.

So hätten wir nun noch den wissenschaftlichen Vortrag zu erörtern. Sein Zweck ist, das Höchste zu erstreben, was zu erreichen der Lautsprache möglich ist. Er setzt demnach die völlige Bewältigung der Sprachen durch die Sprache voraus. Ich kann mich nicht mit denen einverstanden erkären, welche in der Ereiferung gegen philologische Verkehrtheiten das Kind mit dem Bade ausschütten und in der Erlernung der Sprachen nur eine Quälerei erblicken. Die Sprache ist das einzige Mittel, welches die Wissenschaft möglich macht, und darum ist sie auch die erste und nothwendigste Grundlage.

Je mehr Sprachen Jemand versteht, einen desto grössern Reichthum an Vorstellungen und Ausdrücken hat er sich auch eigen gemacht.

§. 219.

Nur die Augensprache ist allgemeine Menschensprache, in so fern sich ihrer eben so die niedrigste, wie die höchste Cultur bedient. Der gemeine Gestus ist aber so niederer Art, dass sogar das Thier Anwendung davon macht.

Dagegen ist die Lautsprache (zwar auch das Resultat der Gesten des Sprachorgans, und die Schriftsprache wieder der der Hand) immer nur der Ausdruck für die Anschauungsweise eines bestimmten Volkes, sie ist immer national und durch diese Nationalität beschränkt.

§. 220.

Nur wenn eine Nation die ganze Menschheit wäre, könnte sie sich rühmen, dass ihre Sprache die andern Sprachen überflüssig mache.

So verschieden nun die umgebende Natur der Nationen ist,

so verschieden ist ihre Anschauungs- und Ausdrucksweise. Es hat daher jede Nation ihre Grundbezeichnungen für die Nationaldinge, ihre Grundworte, welche gewissen Dingen unmittelbar angehören und dadurch unveränderlich sind, weil sie eben die ersten verleiblichten Vorstellungen, die noch kein Vergleich trübt, sind.

Jede Vermehrung der Vorstellungen hat aber die nothwendige Vergleichung mit den vorhergehenden zur Folge und so kommt es, dass die erst später erkannten Vorstellungen nicht mehr durch Grundworte, sondern durch abgeleitete bezeichnet werden.

§. 221.

Die Wissenschaft duldet indessen keine nationale Beschränkung, sie strebt über die Nationalität hinaus und ist rein kosmopolitisch. Aber diejenige Nation, welche die Wissenschaft zur höchsten und reinsten Blüte bringt, wird auch den grössten Reichthum an Vorstellungen und Ausdrücken besitzen.

§. 222.

Das Bestreben der Wissenschaft, welche keine Nationalität anerkennt und auch nicht anerkennen darf, wenn sie ihr eigenstes Wesen, also sich selbst, nicht aufgeben will, geht unzweifelhaft dahin aus, eben so die Nationen, wie ihre Sprachen zu verwischen und eine Nation, eine Sprache zu bilden; und diejenige Nation und Sprache wird die eine, die durch den Geist — nicht durch rohe Gewalt — herrschende werden, welche die universalste Richtung am unverrücktesten im Auge behält und die grösste Fähigkeit besitzt, die Sprachen der andern Nationen in sich organisch aufzunehmen und so zum leiblichen Eigenthum zu machen.

§. 223.

Dass man da nicht mit der Sprache der Gallas oder der Guaranier anfängt, leuchtet ein, und es ist ein ganz natürlicher, in der Entwickelung der Nationen und Sprachen begründeter Act, dass diejenigen sich zunächst gegenseitig anziehen und assimiliren, welche vermöge ihrer philosophischen Ausbildung und höhern Entwickelung die meiste Verwandtschaft zu einander haben. Und die Gewalt des Geistes in der Sprache ist so gross, dass sie noch lange, lange fortwirkt, wenn der Leib, der sie erzeugte, auch todt ist. Sie lebt fort, indem sie sich eines neuen frischen leiblichen Trägers bemächtigt.

§. 224.

So ist es gekommen, dass Griechen, Römer und andere

alte, geistig hervorragende Völker durch die Hinterlassenschaft ihres Geistes in der Sprache viel weiter geherrscht haben, als durch den rohen Glanz ihrer Waffen, und gerade da am meisten, wo ihre Waffen besiegt wurden, oder auch nicht hinreichten. Ihre und andere rohe Waffen haben dagegen durch die gewaltsame Vermischung der Völker nur Zwittersprachen geschaffen.

§. 225.

Und so ist es weiter gekommen, dass sie, die, nächst dem Christenthum, die grösste geistige Bewegung unter den culturfähigen Völkern hervorriefen, und bei ihnen namentlich den ersten Grund zur Wissenschaft legten, diesen Grund behauptet haben und auch ferner behaupten werden; denn ein Kind kann sich nun einmal seines Vaters nicht erwehren, wenn es auch längst mannbar stark geworden und der Vater mit greiser kindischer Altersschwäche kämpft.

§. 226.

Wir haben schon in der geschichtlichen Einleitung gesehen, wie durch die alten Classiker die beiden alten Sprachen in der Botanik zur Anwendung gekommen sind. Wir wissen auch, wie durch *Linné* eine bestimmte Nomenclatur und Terminologie festgestellt wurde. Sie reichte lange aus und hat viel Gutes gewirkt. Aber sie war Nichts Vollendetes, weil viele Benennungen und Bezeichnungen auf mangelhafter Anschauung beruhten. Die natürliche Folge davon war, dass die botanische Sprache sich mit der Wissenschaft verändern und fortbilden musste. *Linné* hatte hierzu Gesetze gegeben, welche vorzüglich waren, wenn sie mit Umsicht und nicht einseitig befolgt wurden. Aber viele seiner Nachfolger verstanden ihn nicht, oder nur halb. Daher kam es, dass unrichtige und schlechte Namen und Termini gebildet wurden, welche der eine oder der andere Nachfolger zu verbessern für nöthig fand. Wieder Andere führten eine vorherrschend aus der griechischen Sprache genommene Terminologie ein, besonders in der Kryptogamenkunde, welche die meisten Veränderungen und Erweiterungen erlitt, weil die *Linné'sche* Hinterlassenschaft hier gar nicht zu gebrauchen war.

§. 227.

Es lässt sich nicht leugnen, dass gerade zur Bildung neuer Namen, welche zugleich einen gewissen Charakter der Pflanze, oder eines Organs ausdrücken sollen, die griechische Sprache die fügsamste ist. Das hat auch wol die meisten Botaniker veranlasst,

griechische Namen und Termini zu bilden. Selbst diejenigen haben sich ihrer bedient, die bei Andern, welche freilich etwas freigebig damit gewesen, ein Aergerniss daran gefunden haben.

Im Ganzen lässt sich aber doch sagen, dass Namen und Bezeichnungen, welche sprachlich und wissenschaftlich richtig gebildet waren, immer auch ihren Werth behalten haben, während andere, die diesen Anforderungen nicht genügen, auch nicht zur Conservirung berechtigt sind. Sie übergeben sich schon selbst der Vergessenheit! Am stabilsten haben sich übrigens unrichtige Namen und Termini in der sogenannten systematischen Botanik erhalten, weil man hier am meisten dem conservativen Grundsatze huldigt, dass der ältere Name vor dem spätern (nicht der richtigere) den Vorzug habe; und die meisten Autoren, die einmal ihren werthesten Namen hinter einem Pflanzennamen gedruckt gelesen haben, sind so eifersüchtig auf dieses „Recht" (sie nennen es jus prioritatis und machen es wie die Kinder, die bei der Vertheilung von Leckereien oder Esswaaren, sich eins vor dem andern vordrängen, mit der Behauptung: „Ich habe es zuerst gesagt!"), dass sie jedes neue Buch, das ihnen unter die Hand kommt, erst nach dieser Eigenschaft hin untersuchen, um dann, wenn der Verfasser als ein „Dissenter" befunden wird, gegen ihn den Bannstrahl, mit den gewohnten und zum Ueberdruss hergeleierten „systematischen" Gründen der unsystematischen Botanik, zu schleudern. Der Verständige kehrt sich nicht daran. Er sieht darin nur eine jämmerliche und weitläufige Nothwendigkeit, wenn er seinen Namen, der der Wissenschaft an sich ganz gleichgültig ist, bis in späteste Zeiten in den Namenregistern mit fortschleppen sieht und den Schreiber, Setzer und Drucker u. s. w. belästigt. So lange noch solche eitle Sachen in der Wissenschaft grossen Werth haben, wird sie sich nimmer ermannen.

§. 228.

Die physiologische Botanik hat sich glücklicher Weise freier in der Sprache gestaltet. Es haben an ihr nicht so viel Dilettanten herumgepfuscht, als an der systematischen. Hier ist es daher Grundsatz geworden, dass der richtigste Ausdruck für das Ding der beste ist. Die Sprache bewegt sich auch hier freier, sie darf hier sogar schön werden, während dort Alles uniform, soldatisch ist, ohne mathematische Schärfe und Sicherheit zu gewähren. Darum passt sich auch die lateinische ächt soldatische Sprache so herrlich dazu; darum wird auch die systematische

Botanik meist von Kindern und den kleinen Geistern geliebt, die immer einen Gefallen am Soldatenspielen finden. Die getrockneten Pflanzen im Herbarium sind für Viele wahre Bleisoldaten. Daher ist die ganze Poesie dieser Botanik eine ächte Parade.

§. 229.

Es leuchtet ein, dass diese systematische Sprache nicht die Sprache der Botanik κατ' ἐξοχήν sein kann. Denn die Aufgabe der Botanik ist, die Pflanzenwelt in ihrer höchsten Schönheit und Wahrheit darzustellen. Die systematische, in unveränderliche Termini eingezwängte Sprache für eine variable Grösse, ist nur die abgemessene, nicht die angemessene Form. Sie kann daher in der lebendigen Wissenschaft nur willkürlich bestimmte Punkte bezeichnen, etwa wie man auf einer Landkarte das geographische Netz gebraucht, um die Lage eines Ortes auf derselben bestimmen zu können, oder wie man auch das Fahrwasser im Meer durch feststehende Marken bezeichnet.

§. 230.

Die eigentliche, wahre botanische Sprache aber ist, wie die Wissenschaft, im Werden; sie soll sich erst noch durch Entwickelung zur schönen Blüte gestalten. Darum braucht sie Nahrung durch die Aufnahme aller wichtigen und nothwendigen fremden Sprachelemente.

Diese wahre botanische Sprache wird sich frei entwickeln, wie der Organismus; sie bedarf dazu keines äussern Schutzes, noch weniger drakonischer Gesetze, die gar nichts ausrichten würden.

Das Ziel der Botanik.

§. 231.

Und so wäre ich nun da angekommen, wo ich mich noch genau und bestimmt über den Endzweck und das letzte erreichbare Ziel der Botanik auszusprechen hätte. Um aber dem Leser dasselbe um so eindringlicher vorführen zu können, muss ich bemerken, dass meine Darlegungen im entschiedensten Gegensatz zu den Grundlehren eines philosophischen „Systems“ stehen, welches die Dinge an sich für absolut erklärt, in der Pflanzenwelt absolute Arten, Gattungen und Familien a priori annimmt und dergleichen mehr. Diese Absolutheiten stehen für sie fest,

und nach den Anhängern dieser Philosophie besteht die Aufgabe der Botanik darin, jene a priori ausgesprochenen Axiome in der Natur aufzusuchen, und das Gefundene als Beweismittel der Lehre festzuhalten. Man sieht, die Sache ist eigentlich von vorn herein schon fertig, sie ist abgethan; was kann an allen Specialitäten, denen man nachspürt, weiter liegen? Sie können nur den grossen Gedanken der absoluten Philosophie bestätigen! — So meinen jene Philosophen.

§. 232.

Der Leser fühlt sogleich den Gegensatz dieser Lehre mit der meinigen schwer und tief; er wird sich daher auch nicht wundern, wenn ich in jener Philosophie keine Wissenschaft, sondern nur einen mit Hilfe der scheinwissenschaftlichen Taktik verfeinerten Fetischdienst erblicke.

§. 233.

Denn wenn die Dinge an sich das Absolute sind, also jedes an sich eine absolute Grösse ist, so sind die Dinge nicht mehr bedingt, sondern unbedingt, was ein Widerspruch ist; ferner ist nach dieser Lehre das Absolute in den Dingen aufgegangen, was dieselbe polytheistische Weltanschauung ist, wie sie dem Fetischthum zu Grunde liegt; während die christliche Weltanschauung die Dinge in Gott aufgehen lässt und annimmt, dass der Geist Gottes in ihnen enthalten sei, weil er sie nach seinem Gesetze geschaffen. (Naturalia composita arte divina. *Linné.*)

§. 234.

Wie nun ein Kunstwerk den Geist des Künstlers an sich trägt, aber der Künstler nicht selbst ist, so trägt nach christlicher Weltanschauung auch die Natur den Geist Gottes an sich — welchen wir als das absolute Wesen des Dinges bezeichnen — ohne aber Gott selbst (das Absolute) zu sein.

§. 235.

Jene Philosophie lehrt nun ferner, dass das Absolute — die Welt — im Menschen erst zum Bewusstsein komme; und so wird die Menschheit zur obersten Gottheit in der Natur. Die Vergötterung und Verherrlichung der Natur, des Menschen und alles Menschlichen (also ein modernes humanistisches Heidenthum) ist die nothwendige Folge davon. Weil aber jeder die Verherrlichung für sich (und nach dieser Lehre mit Recht) in An-

spruch nimmt, so tritt das Recht und dadurch der Egoismus an die Stelle der Liebe, und die Menschenliebe, welche das Christenthum lehrt und die Liebe zu Gott schrumpft zur Eigenliebe, zur Liebe der Einzigen zusammen. Denn der Einzige ist er selbst, Jeder, der ist, und der Andere ist nur, als er ihn braucht. Darum wird der Einzige, der braucht, sogleich Tyrann, und der Einzige, der sich gebrauchen lässt, sogleich Sklave. Tyrannei und Sklaventhum haben auch nirgends in höchster Blüte gestanden, sind nirgends so systematisch entwickelt gewesen, als in dem Heidenthume, namentlich bei dem Volke, in dessen Literatur der sublimste Humanismus niedergelegt ist. Wie weit die Menschheit mit diesem Humanismus gekommen, lehrt der Untergang dieses humanen Alterthums. Es kann auch nicht anders kommen, denn diese Welt ist ja keine Einheit, kein Ganzes, dem das Einzelne dient, sondern sie besteht aus unendlich vielen absoluten Einheiten. Kein Band verknüpft sie, sondern absolute Klüfte trennen sie.

§. 236.

So wird die Menschheit zerrissen; so ist die Welt in Stücke zerschlagen. Und wenn wir keine Zertrümmerung unseres Culturzustandes wollen herbeiführen lassen, so ist es wol nöthig, dass wir solchen Lehren mit grösster Entschiedenheit entgegentreten.

§. 237.

Ich bin nun der Wissenschaft schuldig, zu zeigen, in welcher Weise sich ein Anhänger der genannten philosophischen Schule über meine Methode geäussert hat. In einem Buche, welches den Titel führt: „Die neuern Algensysteme und Versuch zur Begründung eines eignen Systems der Algen und Florideen von *Carl Naegeli.* Zürich. 1847" beurtheilt der Verfasser mein grösseres Werk über die Algen *(Phycologia generalis)* und äussert sich am Ende der Betrachtung des allgemeinen Theils wie folgt: „*Kützing* besitzt eine Menge eigner Untersuchungen und Beobachtungen, wie keiner der neuern Algologen. Er hat ferner, wie es vor ihm keiner versuchte, die anatomischen, physiologischen und systematischen Verhältnisse der Algen durchaus auf die Zelle zurückgeführt; er hat sich somit bestrebt, der Phycologie eine rein wissenschaftliche Grundlage zu geben. So sehr ich nun aber das Ziel, das sich der Verfasser gesetzt, als ein richtiges anerkenne, so wenig kann ich mit seiner Methode einverstanden sein. Die Methode *Kützing's* ist ein systematisches Aufheben jedes absoluten Unterschiedes. Er hat dieser Methode eine grössere An-

wendung zu geben versucht, als es bis dahin geschehen ist. *Kützing* erkennt keinen absoluten Unterschied zwischen Thier und Pflanze an .... *Kützing* erkennt keine absoluten Unterschiede zwischen den einzelnen Arten, Gattungen, Familien, Ordnungen, Classen des Pflanzenreichs an .... So wie *Kützing* in der Systematik den absoluten Unterschied nicht gelten lässt, so verwirft er ihn auch in der Physiologie und Anatomie .... *Kützing* unterscheidet zwar verschiedene Zellenarten, lässt sie aber in einander übergehen .... Dieses principielle Vernichten der absoluten Unterschiede hat denn die nothwendige Folge, dass nirgends bestimmte, feste und sichere Begriffe entwickelt werden. Der Verfasser, welcher die absoluten Begriffe aus Grundsatz verwirft, begnügt sich überall mit relativen Begriffen. Dadurch entsteht sowol in der Physiologie und Organographie als in der Systematik eine schwankende Unbestimmtheit, welche das Verständniss und das Bestimmen sehr erschwert. Eine zweite ist die, dass dieselbe Pflanze in verschiedenen Entwickelungsstadien zuweilen mehrfach in verschiedenen Familien und Ordnungen aufgeführt wird. Eine dritte Folge ist ein unbegrenztes Vermehren von Gattungen und namentlich von Arten; es ist dies natürlich, denn ein relativer Begriff ist unendlich theilbar. — Es kann hier nicht der Ort sein, die Methode *Kützing's* zu widerlegen. Es lässt sich zwar, wie ich glaube, theoretisch zeigen, dass sie unrichtig ist, weil sie den Gesetzen der Logik widerstreitet, und weil ihre Consequenzen ad absurdum (!) führen. Aber ein theoretischer Beweis, und möchte er auch noch so mathematisch richtig sein, genügt mit Recht in unserer Zeit nicht mehr. Der Gegner würde sich immer der Einsprache bedienen: Die Thatsachen sind doch so. Die *Kützing'sche* Methode muss demnach durch Thatsachen und Begriffe widerlegt werden. Es muss nachgewiesen werden, dass die Beobachtungen, auf die sie sich stützt, theils ungenau sind, theils naturgemäss anders erklärt werden müssen. Es muss ferner nachgewiesen werden, dass es wirklich möglich ist, absolute Unterschiede aufzufinden, und denselben eine solche Form zu geben, dass die Annahme von Uebergängen und Verwandlungen von selbst unmöglich wird" u. s. w.

§. 238.

Das hat denn auch *Naegeli* in seinem Werke versucht. Wie er aber die Form zu geben verstanden hat und wie er die absoluten Unterschiede nachweist, werde ich dem Leser sogleich mittheilen.

Während ich in meinem Werke (p. x) absichtlich anführe: „Die anatomischen Zeichnungen, welche ich in diesem Werke liefere, sind die Frucht achtjähriger, fast ununterbrochener Untersuchungen; sie sind nach und nach entstanden und ich habe bei ihrer Anfertigung sorgfältig jede vorgefasste Meinung vermieden. Mir lag zunächst ob, das Material herbeizuschaffen, dasselbe einzeln, wie es sich mir gerade darbot, zu bearbeiten, um damit späterhin den Bau auszuführen, von dem ich in den folgenden Blättern den Grundriss gebe. Daher kommt es, dass die Abbildungen auf den Tafeln nicht so geordnet sind, wie sie dem Systeme nach auf einander folgen müssten; denn dieses ist erst entstanden, als die Tafeln bereits gezeichnet waren. Es hat daher auch an diesen nichts zu Gunsten des Systems angebracht werden können." Während ich dieses absichtlich erklärte, um voreiligen und unreifen Beurtheilungen auszuweichen, hätte doch nun Jedermann erwarten sollen, dass ein Anderer, der meine Methode (eigentlich mein Princip, aus welchem die Methode hervorgeht) widerlegen will, es mindestens so redlich meinen, und die Sachen, wenn er sie geprüft, nun auch naturgetreu und wahr als Belege vorführen würde. Aber das ist *Naegeli* einestheils viel zu beschwerlich gewesen, und anderntheils muss er doch die absoluten Unterschiede auch nirgends haben auffinden können, weil er den Beweis für die Form, die er den absoluten Unterschieden gibt, und welche die Annahme von Uebergängen und Verwandlungen von selbst unmöglich machen sollen, in **schematischen, willkürlich veränderten Abbildungen** liefert. So hat er nun aber nicht nachgewiesen, wie es „möglich ist, absolute Unterschiede aufzufinden", sondern wie es möglich ist, sie unterzuschieben.

§. 239.

Wenn wir aber die Sache noch weiter untersuchen, um zu sehen, wie es wol komme, dass *Naegeli* solche Behauptungen mit einer, nur den Anhängern jener Philosophie eignen, Dreistigkeit aufzustellen wage, so ergibt sich eine kolossale Confusion der Begriffe, welche darin besteht, dass *Naegeli* die Pflanzenwelt, welche doch ein System von variabeln und unter sich verschlungenen Bewegungen ist, die wol häufig umsetzen, aber nicht absetzen; also ein System von stets veränderlichen und beweglichen Curven, deren Gesammtform in jedem Momente eine andere ist — dass *Naegeli* diese in höchster Schönheit verschlungene Pflanzenwelt für ein niederes System von scharf abge-

schnittenen stabilen Arten, — als erstarrten discreten Punkten — eine Parade von einem bleiernen Armeecorps, eingetheilt in Divisionen, Brigaden, Regimenter, Bataillone und Compagnien — hält. Daher legt er überall den Maassstab der niedern Mathematik an, um die Gesetze des höhern Pflanzenlebens zu begründen, und meint eine Kugel zu sehen, wo ein Sphäroid, einen Kegel, wo ein Conoid, einen Cylinder, wo ein Cylindroid u. s. w. vorhanden ist. Noch deutlicher tritt die grosse Unklarheit und Verworrenheit der Begriffe bei *Naegeli* hervor, wenn man versucht eine absolute Pflanzengrösse zu bestimmen. Abgesehen davon, dass, streng genommen, selbst die Mathematik, ausser der variabeln, nur constante, keine absoluten, Grössen kennt, weil es nur eine Absolutheit — Gott — gibt, so ist bekannt, dass man unter den sogenannten absoluten Grössen nur diejenigen versteht, deren Einheiten entweder sämmtlich bekannt sind, oder durch Gleichung mit Hilfe der niedern Mathematik gefunden werden können. Um nun die absoluten Pflanzenarten durch die Gleichung finden zu können, müsste wenigstens eine derselben bekannt sein, denn mit lauter unbekannten Grössen lässt sich doch Nichts anfangen. Man müsste daher zunächst erst eine absolute Art zu bestimmen suchen. Das ginge aber nur auf die Weise, dass 1) alle Glieder derselben (die Individuen der Art), sowol die jetzt vorhandenen, in ihren verschiedensten, durch Boden und Klima hervorgerufenen Abweichungen, als auch die seit der Existenz der Art dagewesenen, untergegangenen und — da die Individuenreihe noch nicht beendigt ist, — alle zukünftigen, bis ans Ende der Welt, herbeigeschafft; 2) dieselben untersucht und verglichen würden. Die Untersuchung eines einzigen Individuums führt aber wieder auf secundäre, tertiäre u. s. w. Gliederreihen, von denen keine einzige bis ans Ende verfolgt werden kann. — Ich dächte das wäre genug, um auch dem beschränktesten Kopfe die absolute Unmöglichkeit der Erkennung oder Darstellung auch nur einer Art ad oculos zu führen.

> Es liebt der Mensch das Göttliche zu fassen
> Und das Erhabne in den Staub zu ziehn!

§. 240.

So bin ich nun da angelangt, wo sich aus den bisherigen Darlegungen von selbst ergibt, dass das Ziel der Botanik nicht in der Kenntniss der absoluten Art — was ein Unding ist — und in der Aufstellung eines Systems von Arten — welches im Widerspruch mit der Natur der Pflanze ist — bestehen kann,

sondern in der Darstellung eines Systems der Bewegungen, welche die Pflanze bilden[24]).

§. 241.

Wie verkettet und verschlungen auch diese Bewegungen sein mögen, so ist ihre Darlegung doch von da an möglich, wo man sie in ihrem Ursprunge aufsuchen und zu dem Ende verfolgen kann, bis man gewiss ist, dass sie der Vegetation nicht mehr angehören. Sie allein geben die Lebensgeschichte der Pflanze ab, und nur diejenigen Ströme des Pflanzenlebens, welche sich zu besondern grössern, kleinern und kleinsten Systemen unter sich in dem ganzen grossen Systeme absondern, können als bestimmte Gruppen wieder anerkannt werden.

§. 242.

Daher erscheint in der Botanik die Kenntniss der Species, Gattung, Familie u. s. w. zunächst nur als eine vorläufige Aufstellung und Vertheilung von Marken — eine Constellation — in den verschiedensten Theilen des Pflanzenreichs, um sich von ihnen aus in dem labyrinthischen Getriebe sicherer orientiren zu können[25]). Das Artensystem, was immer mehr oder weniger willkürlich ist, dient daher nur als Mittel zum Zweck.

§. 243.

Es muss endlich klar und bestimmt ausgesprochen werden, dass man sich, getäuscht durch eine scheinbare Abgeschlossenheit der Arten in den höher entwickelten Pflanzen- und Thierformen, nun bereits viele Jahrhunderte hindurch vergeblich bemüht hat, eine vorgefasste falsche Idee wahrzumachen; überhaupt eine beschränkte Idee in der Wissenschaft als eine allgemeine zu fixiren, ehe man die mikroskopischen Formen darum befragt hatte.

§. 244.

Und so verderblich es für die Entwickelung der Pflanzenphysiologie gewesen, dass man von vornherein den Maassstab des Thierreichs bei den Pflanzen anlegte, so verderblich ist es auch gewesen, dass man nur die Erscheinungen des höhern Pflanzenlebens zur Norm für die ganze Pflanzenwelt nahm, ehe man untersucht hatte, ob dieselbe auch unten anwendbar war.

§. 245.

Darum muss ich hier noch als unverbrüchlichen Grundsatz

bei allen nähern Bestimmungen des organischen Lebens anführen, dass man den Werth einer noch unbekannten Grösse nur durch Vergleichung mit bekannten ebenbürtigen und möglichst gleichwerthigen Grössen richtig beurtheilen kann. Ist daher die unbekannte Grösse von der Art, dass wir keinen Maassstab dafür besitzen, so muss sie als etwas Eigenthümliches — Totales — betrachtet und beurtheilt werden. Hätte man die niedern Gewächse früher als die höhern gekannt, so würde man gar nicht auf die „fixe Idee" von der constanten Art und einem Artensystem, als Ziel der Wissenschaft, gekommen sein.

§. 246.

Die Summe unserer methodologischen Betrachtungen besteht nun darin:

1) Die Pflanzenwelt (wie überhaupt die ganze Natur) erscheint uns zunächst als eine totale Grösse. Wir zerlegen das grosse Total in kleinere und kleinste durch Differentiiren und gelangen so zu den Differentialen, den Gliedern eines Integrals, welches wir durch Summirung und Anordnung der Differentiale erhalten.

2) Die Gleichungen geschehen hierbei mit solchen bekannten Grössen, welche ebenfalls Totale sind, deren absoluten Werth wir zwar nicht kennen, deren relativen Werth wir aber durch Erfahrung aus unmittelbarer Anschauung wissen.

3) Die Sprache drückt alle diese Grössen durch Sinnbilder aus, deren Verhältniss sie entweder mehr oder weniger willkürlich oder nach der Natur, als Vorbild, festzustellen sucht.

4) Im gewöhnlichen Leben haben alle jene Sinnbilder die Bedeutung von Totalen, in der Wissenschaft aber bedeuten sie oft — nicht immer — ein Integral.

5) Weil die Zerlegung keines einzigen Totalen bis auf das Aeusserste kommen kann, so ist auch jedes Integral nur in seinem relativen Werthe bekannt, und es unterscheidet sich daher von dem Totalen nur durch eine grössere, nicht durch eine absolute Schärfe.

6) Das Höchste, was wir mit einem Sinnbilde darstellen können, ist ein möglichst lebendiges und treues Naturgemälde. Das Gemälde mit Integralbildern ist genauer, richtiger und daher schöner, als mit Totalbildern.

7) Das Gemälde ist die einzige mathematische Formel für die Natur, aber ihre Glieder gehören nicht der niedern, sondern

der höchsten Mathematik — der Poesie, die sinnbildend vergleicht — an.

„Alle Gestalten sind ähnlich, und keine gleichet der andern."

§. 247.

Darum fühlte auch der grosse *A. von Humboldt,* dass der Kosmos nur als ein grossartiges Naturgemälde sich darstellen lasse.

§. 248.

Und *Wilhelm von Humboldt* sagt: „Es mag wunderbar scheinen, die Dichtung, die sich überall an Gestalt, Farbe und Mannigfaltigkeit erfreut, gerade mit den einfachsten und abgezogensten Ideen verbinden zu wollen; aber es ist darum nicht weniger richtig. Dichtung, Wissenschaft, Philosophie, Thatenkunde sind nicht in sich und ihrem Wesen nach gespalten; sie sind eins, wo der Mensch auf seinem Bildungsgange noch eins ist, oder sich durch wahrhaft dichterische Stimmung in jene Einheit zurückversetzt" (Kosmos, II. 107). Und ich füge hier noch hinzu: Sie bleiben immer Eins, wenn man sie in ihrer höchsten Reinheit, gesäubert von allem Ungehörigen, Niedern, erfasst, wenn man den religiösen Glauben nicht verlässt, dem sie entsprungen, denjenigen Glauben, der die Welt in Liebe versöhnt, nicht den, der aus geistiger Stumpfheit in ihr des Teufels Werk erblickt, und in wildem Fanatismus die Flamme des Scheiterhaufens entzündet; nicht den, der mit eherner kalter Faust die Welt in absolute Stücke zerschlägt, die Menschheit zerreisst und im politischen Fanatismus die blutige Fahne schwingt [26]).

§. 249.

Nichts hat mich mehr von dem religiösen Grunde der Naturwissenschaft überzeugt, als der Kosmos. Die schönen Sinnbilder des grossen Gemäldes sind so harmonisch verknüpft und in solche verhältnissmässige Ferne gestellt, dass man die einzelnen Mosaiksteinchen nicht bemerkt. Ich muss diese Darstellung des Kosmos als das schönste Vorbild für alle folgenden Darstellungen höherer Naturwahrheiten erklären. Es geht mir mit ihm wie mit den Mosaikgemälden in der Kuppel der Peterskirche zu Rom, wenn man sie von den Säulen des Hochaltars aus betrachtet.

§. 250.

So wäre denn der letzte Zweck der Botanik, wie überhaupt der Naturwissenschaft, ein religiöser, ein christlich-religiöser,

welcher nicht darin besteht die Welt zu entzweien, sondern zu versöhnen. Darum muss jetzt alle Untersuchung dahin gehen, die verbindenden Fäden — nicht absolute Arten, nicht scharfe Trennungen — in der Natur aufzusuchen, welche dieselbe mit dem Menschen und zuletzt diesen mit Gott verknüpfen. Diese Fäden liegen überall ausgespannt und wir haben bloss unsere Sinne auf sie zu richten, um sie gewahr zu werden.

§. 251.

In dieser Weise bietet die Naturforschung eine unendliche moralische Wirkung dar; denn nur dadurch, dass der Mensch weder in der Natur noch in dem Menschen einen Feind, ein Anderes, sondern Sich Selbst erkennt, kann er die Worte Christi „Liebet Eure Feinde, segnet, die Euch fluchen, thut wohl denen, die Euch hassen und verfolgen“ erfüllen. Es ist also die höchste Objectivität, die der Mensch als Christ zu erreichen bestrebt sein muss, und zu dieser wird er zunächst durch die Natur, welche nie Leidenschaften entflammt, und welche sich nie verstellt, nie schminkt, geleitet.

So wird der Dualismus, der die Welt zerreisst und zerstückt, schwinden, und so wird die Versöhnung erreicht werden, die durch den Apfel der Erkenntniss das Menschengeschlecht so lange entbehrt hat.

§. 252.

Bisher ist die Versöhnung des Menschen mit der Welt und mit Gott nur durch den Tod erreicht worden. Alle Religionen haben den Tod als Opfer geheiligt. Auch das Christenthum hat dieses Versöhnungsopfer gebracht. Aber indem es dem Christen zugleich die allgemeine Menschenliebe gebot und dieses Gebot („Liebe deinen Nächsten wie dich selbst“) als oberstes hinstellte, zeigte es, wie die Versöhnung durch das Leben möglich sei.

III. Das Naturleben.

§. 253.

Das Leben in seiner physischen Bedeutung ist die relative Bewegung im absoluten Raume, also im Unräumlichen. Dadurch werden relative Räume, relative Grössen, gebildet. Nur diese sind für uns physisch vorhanden, die absolute Grösse ist daher das physische Nichts, aber eben darum das absolute All, aus welchem zeitweise, relative Räume belebt werden. Diese belebten Räume sind das Geschiedene vom Absoluten, die physische Trennung von Gott, aber nicht die geistige. Denn der Geist Gottes — ausserräumlich und ausserzeitlich — wirkt überall als das bewegende Gesetz, als das belebende Wesen, als continuirliche Kraft.

§. 254.

Das Gesetz der Bewegung ist die Beziehung der Zeit auf den Raum. Weil die Zeit continuirlich ist, wie der Raum, die verschwundene aber auf ewig vorüber ist und nie wiederkehrt, so muss das physische Leben, das an die Zeit gekettet ist, veränderlich sein, wie die Zeit. Daher können wol ähnliche, aber nicht gleiche Bewegungen im Raume wiederkehren, weil die Zeit alle physischen Verhältnisse ändert.

§. 255.

Es ist also das ganze Naturleben ein System von continuirlich veränderlichen Bewegungen, und diese Bewegungen sind nur gradweise von einander verschieden.

Die continuirlich veränderlichen Bewegungen sind das einzige, wahre und absolute Gesetz der Natur.

§. 256.

Alle physischen Erscheinungen sind darin gleich, dass sie

einerlei Grundlage haben, welche als Materie bezeichnet wird. Dass die Materie das erste Resultat der Bewegung ist, können wir nur rückgehend erschliessen, nicht wissen, weil die Materie an sich für uns nicht wahrnehmbar ist.

Da, wo die Materie, durch die Bewegungen in sich selbst, sich zu differentiiren beginnt, also aus dem Homogenen in das Heterogene übergeht, bilden sich materielle Differentiale, welche mit dem allgemeinen Namen der Grundstoffe, Elemente, belegt werden.

Durch die Vereinigung der verschiedenen Grundstoffe nach bestimmten Verhältnissen werden die zusammengesetzten Stoffe, die chemischen Verbindungen, hervorgerufen.

Durch die Vermehrung gleichartiger Stofftheilchen und deren maassloser Verbindung werden die Massen gebildet.

Erst aus den Massentheilchen entstehen die für uns sinnlich wahrnehmbaren und tastbaren, concreten Körper.

Die Massentheile werden auch Moleküle genannt. Ich werde jedoch unter der letzten Benennung vorzugsweise die kleinsten, aber mikroskopisch-sichtbaren Körperchen oder Körpertheilchen verstehen.

§. 257.

Ausser den jetzt bekannten 62 Grundstoffen, deren genauere Kenntniss die Chemie lehrt, wird noch allgemein ein Weltäther angenommen. Er ist vielleicht die Materie an sich, die Materie ohne fühlbare Masse. Daher tritt er auch nicht körperlich auf, wol aber wird er an seinen Bewegungen in den Körper erschlossen (§. 301). Man stellt ihn sich als die feinste, dünnste und beweglichste aller Flüssigkeiten dar, welche nicht nur den ganzen Weltenraum, sondern auch alle Körper durchdringt. Die Bewegungsdifferentiale des Aethers zeigen sich als Licht, Wärme, Electricität und Magnetismus. Wärmebewegungen gehen nach Umständen in Licht-, Electricitäts- und magnetische Bewegungen über; ebenso die Electricitätsbewegungen in Wärme-, Licht- und magnetische, und die magnetischen in Licht-, Wärme- und Electricitätsbewegungen.

§. 258.

Die Differentiale der Materie oder die Stoffe bringen durch ihre verschiedenartigen Bewegungen die chemischen Verbindungen hervor. Wir können daher diese Art der Bewegung die chemische nennen. Alle Arten der Aetherbewegung haben auf die Richtung der chemischen Bewegung Einfluss, so dass durch dieselben ebensowol chemische Verbindungen als Trennungen

(Zersetzungen) hervorgerufen werden können. Die Bewegungen der Massentheilchen bringen die Massendifferentiale hervor, welche den Aggregationszustand der Stoffe bedingen.

§. 259.

Alle diese Bewegungen können von uns nicht unmittelbar beobachtet, sondern nur erschlossen werden. Unsern Schlüssen legen wir die Körperbewegungen zu Grunde, die einzigen, welche sinnlich wahrnehmbar sind, indem wir dabei voraussetzen, dass dieselben Regeln, welche in der fühlbaren Körperwelt herrschen, auch in den unfühlbaren Aether-, Stoff- und Massentheilchen vorhanden sein müssen, weil die Körper das Resultat — die Resultirende — jener Urbewegungen sind.

§. 260.

Daher muss uns auch die ganze Welt als der Ausdruck der lebendigen Gedanken Gottes erscheinen, deren Leben Bewegung ist. Daher in der Welt nirgends physische Ruhe, weil diese nur bei Gott — dem Beständigen, Unveränderlichen, Unzeitlichen, Unräumlichen, Ausserweltlichen — wirklich vorhanden ist. Ruhe kann daher in der Physik überall nur eine relative Bedeutung, wie „Kälte" haben; sie ist nur ein geringer Grad der Geschwindigkeit.

§. 261.

Sowol die Minima als Maxima der Geschwindigkeiten sind auch bei Körpern für uns nicht messbar, wenigstens nicht mit der Genauigkeit, womit wir die mittlern uns zugänglichen Geschwindigkeiten messen. Da nun alle Geschwindigkeiten zugleich variabel sind, so kann auch bei der genauesten Messung nur ein relatives Resultat erlangt werden.

§. 262.

Die Molekular- oder Körperbewegung ist am geschwindesten und gleichmässigsten, je liquider und homogener das Mittel ist, worin sie vor sich geht.

§. 263.

Die Geschwindigkeit und Gleichmässigkeit der Bewegung wächst noch mit der Differenz der Dichtigkeit, zwischen dem bewegten Theil und dem Mittel, vorausgesetzt, dass die grössere Dichtigkeit dem bewegten Körper — nicht dem Medium — zukommt.

Daher die grösste Geschwindigkeit und Gleichmässigkeit der Bewegung der Körper im Aetherraume, wo man nur an dem *Enke'schen* Kometen, aber nicht an den Planeten, eine merkliche Retardation gefunden hat, woraus sich auf eine materielle, obschon nicht concrete körperliche Beschaffenheit des Aethers schliessen lässt.

§. 264.

In körperlichen Flüssigkeiten kann ein solcher Grad der Bewegung nicht stattfinden, darum herrscht hier aber auch nicht jene Einförmigkeit, sondern unendliche Mannigfaltigkeit.

§. 265.

Von der Bewegung der Körper- und Massentheilchen hängen die Gestaltungsprocesse auf unserm Planeten ab. Diese Gestaltungsprocesse sind zwar alle vorübergehend — weil variabel — aber während die einen so schnell vorübergehen, dass man sie selbst für Secunden nicht festhalten kann, gehen andere so langsam von Statten, dass man hinreichend Zeit findet, sich mit ihnen bekannt zu machen.

§. 266.

Zu den ersten Gestaltungsprocessen gehören die Formen aller leicht beweglichen Flüssigkeiten, der Luft mit ihren Wolken-, Nebel- und Lichterscheinungen, des Wassers, von dem ruhigen See, dem langsam fliessenden Strom bis zu dem plätschernden Bach, dem schäumenden Wasserfall und dem sturmbewegten Meer.

Mehr oder weniger plötzliche Erstarrung des bewegten Flüssigen macht gewisse Momente dieser Formen oft bleibend. Daher erstarrte Ströme in den Laven, Basalten, Graniten, erstarrte Wellen und erstarrte Ebenen auf unserer Erdoberfläche — erstarrte mikroskopische Ströme in der Pflanzenzelle.

Man kann alle diese Gestalten mit einem Ausdruck als massige Formen bezeichnen.

§. 267.

Alle massigen Formen sind sehr mannigfaltig krummlinig und krummflächig (polymorph), nicht formlos (amorph), wie man gewöhnlich in physikalischen Lehrbüchern findet. Aber ihre Formen sind sehr schwer mathematisch (analytisch) zu bestimmen, weil sie sämmtlich der Analysis des Unendlichen anheimfallen, die selbst mit sich noch nicht fertig ist. Ihnen allen liegen die von den Mathematikern so genannten transcendenten und interscendenten

Curven zu Grunde. Man nimmt sie daher als Grunderscheinungen, sinnliche Grundformen an, wodurch sie zu Sinnbildern werden [27]). Daher rühren in der beschreibenden Naturgeschichte wie in der Poesie Ausdrücke wie wolkig, nebelig, schaumig, stürmisch, welche, wie viele andere Begriffe der Art, als an sich bekannt vorausgesetzt werden, indem sie der unmittelbaren Anschauung entnommen sind.

Alle diese massigen Formen sind noch dadurch ausgezeichnet, dass sie sämmtlich in einander fliessen, so dass keine eigentliche Individualisation stattfindet, wie bei den folgenden Formen. Wo dieselbe bemerkt wird, wie z. B. bei den Wolken, ist sie nur scheinbar und selbst dieser Schein wird durch plötzliches Zusammenfliessen und Verdichten, oder durch allseitiges Verdünnen und Verschwinden schnell wieder aufgehoben. Es haben daher alle Massengebilde ein sehr vorherrschendes Gemeinleben.

§. 268.

Wenn gewisse Moleküle in einer Flüssigkeit erstarren, so verbinden sich diese häufig zu Körpern von bestimmter Gestalt und zwar an verschiedenen getrennten Punkten. Diese Körper sind daher im Anfang unter sich geschieden, wenn auch gleichartig, und wachsen, indem sie gleichartigen Stoff aus der Flüssigkeit anziehen. Sie sind individualisirt.

§. 269.

Die eine Form dieser Körper zeigt sich immer von (physischen) Ebenen und geraden Linien begrenzt, man muss daher annehmen, dass die Bewegung der Moleküle bei ihrer Verbindung eine geradlinige, oder wenigstens eine solche gewesen, welche der geradlinigen nahe kommt. Man nennt diese Bildungen Krystalle [28]).

§. 270.

Bei der Bildung der andern Form individualisirter Körper bewegen sich die Moleküle in deutlichen transcendenten Curven. Den Beweis dazu liefert die sichtbare Bewegung der Körpertheilchen in dem flüssigen Medium, welche in vielen Fällen unmittelbar und in den andern mittelbar beobachtet oder wenigstens erschlossen werden kann. Daher haben diese Körper auch keine ebenen, sondern krumme Flächen. Sie heissen organische Körper.

Man stellt ihnen die Krystall- und einen Theil der Massengebilde auch als unorganische Körper entgegen.

§. 271.

Die Unterscheidung der Organismen in Pflanzen und Thiere beruht theils auf uralter Tradition, theils auf unmittelbarer Totalanschauung der sichtbaren Organismen. Der Unterschied ist von Niemand begründet worden und kann auch nicht begründet werden. Wie weit die Begründung relativ jetzt möglich ist, werden wir in der Folge sehen; noch mehr aber und leichter kann man die Verbindung beider Reiche und die Verschlingung ihrer Formen bei der Elementar- und Molekular-Analyse, so wie bei der Beobachtung der Bildungsgeschichte nachweisen. Nur so viel lässt sich bei der Entstehung der organischen Körper jetzt sagen, dass die Pflanze bei ihrer Bildung die unorganischen Körper und das Thier bei seiner Bildung die Pflanzen voraussetzt.

§. 272.

Wir erhalten sonach, wenn wir zurückblicken, für das Naturleben folgende Stufen:

1) Leben der Urmaterie (Aetherleben).
2) Leben der Stoffe (Elementarleben, chemisches Leben).
3) Leben der Massen (Allgemeines Körperleben).
4) Leben der Individuen (Besonderes Körperleben):
    a) der Krystalle (Erstarrung, dann geringster Grad der Geschwindigkeit);
    b) der Organismen (Starrflüssig, langsame Molekularbewegung);
    α) der Pflanzen (Zellenbewegung);
    β) der Thiere (Bewegung der höhern Organe).

Jede höhere Bewegung beherrscht die vorhergehende niedere, aber jede niedere Bewegung kann störend in die höhere eingreifen, wodurch die Hemmungsbildungen oder auch gänzliche Zerstörungen der höhern Bewegungen und ihr Zerfallen in niedere stattfindet [29]) (Vergl. Anmerk. 24).

Anmerkungen.

1) Zu §. 18. S. 5. Die ältesten botanischen Schriften sind ohne Namen des Verfassers unter dem Titel *„Herbarius“* erschienen. Eins derselben, was ich gesehen, trägt den Titel: *„Herbarius Moguntie impressus. 1484. Mogunt. Schöffer.“* Es sind die ersten Holzschnitte, welche Pflanzen darstellen. — *Cuba* hatte in Begleitung eines Malers Reisen nach Griechenland und dem Orient gemacht und bei dieser Gelegenheit besonders den Pflanzen seine Aufmerksamkeit gewidmet. Er schrieb den „Garten der Gesundheit“, welcher zuerst zu Mainz 1485 erschien. Die Abbildungen sind aber fast unbrauchbar.

2) Zu §. 22. S. 6. *Brunfels* war zu Mainz geboren, ging zur lutherischen Lehre über und war dann Prediger und Lehrer daselbst. Neben seinen Aemtern studirte er Medicin und starb zu Bern 1584. Sein botanisches Werk führt den Titel: „Herbarium vivae icones ad naturae imitationem effigiatae.“ Es erschien 1530 zu Strassburg. Die deutsche Ausgabe erschien 1532—1537 unter dem Titel: „Contrafayt Kräuterbuch.“ Es enthält 238 Holzschnitte, welche die Pflanzen in den einfachsten, aber naturgetreuen Umrissen darstellen, so dass man dieselben grösstentheils gut erkennen kann.

Ich kann nicht umhin hier zu erwähnen, dass ich die Bekanntschaft mit der alten botanischen Literatur meinem Freunde *Wallroth* verdanke, in dessen ausgezeichneter Bibliothek man nur wenige dieser Werke vermisst. *Wallroth* ist auch wol der Einzige der noch lebenden Botaniker, welche die alten Schriftsteller wirklich studirt haben, woher es auch kommt, dass er allein ihren Werth genau kennt und daher mehr Gewicht auf dieselben legt, als irgend ein anderer Botaniker.

3) Zu §. 38. S. 12. Von dem verstorbenen *Schrader*, welcher Professor und Director des botanischen Gartens zu Göttingen war und seiner Zeit zu den berühmtesten Botanikern gehörte, erzählt man sich, dass er auf Excursionen mit seinen Zuhörern die Pflanzen öfters erst zugerichtet, indem er die Blätter u. s. w., welche nicht zur Diagnose gepasst, abgezupft, und dann die Pflanze mit den Worten übergeben habe: „Hier ist ein instructives Exemplar, das können Sie einlegen.“

4) Zu §. 49. S. 18. *Micheli* war Aufseher des grossherzoglichen Gartens zu Florenz. Er bemühete sich, besonders die Geschlechtstheile der niedern Gewächse aufzusuchen und gab „Nova plantarum genera“ 1729 heraus. Wenige Jahre darauf (1741) erschien von *Dillen*, welcher anfangs Professor in Giessen und zuletzt zu Oxford war, die „Historia muscorum“.

5) Zu §. 61. S. 23. Es kann nicht genug darauf hingewiesen werden, dass die grössten Naturforscher durchaus auf christlich-religiösem Boden standen, nicht auf dieser oder jener Philosophie, welche Gott als blosse „Weltseele" ansieht. Besonders muss ich in dieser Beziehung *Newton* und *Linné* anführen, deren Werke Zeugniss von dem Gesagten geben. So gilt *Linné* die Natur als „lex immutabilis Dei" und Gott selbst ist nach ihm „opifex rerum". — Weiter äussert er sich über die Welt und die Bestimmung des Menschen: „Sic totus Mundus gloria divina plenus est, dum omnia creata opera Deum glorificant per hominem." (Syst. Naturae. Ed. XII. Tom. I. p. 11. 12.)

6) Zu §. 61. S. 23. Die berührten Punkte sind so einfache Wahrheiten, dass sie sich ganz von selbst verstehen, wenn wir nicht damit umgehen, unsern christlichen Standpunkt, worauf unsere Cultur theils schon beruhet, theils vollendet werden soll, zu verrücken oder zu vernichten. Nur eine Verkennung der Wohlthaten, welche das Christenthum den Völkern erwiesen, kann die Ursache sein, dass man meint, unsere modernen philosophischen Systeme seien berufen, die Cultur zu vollenden; dass man meint den religiösen Grund zu wissenschaftlichen Studien entbehren zu können. Wissenschaft und Religion müssen sich gegenseitig stützen. Indem die Religion dazu dient, das moralische Fundament zu gründen, was jede Wissenschaft voraussetzt, strebt die letztere dahin den Glauben zu läutern und zu befestigen. Dasjenige missverstandene Christenthum, welches die wahre Wissenschaft verachtet, ist nicht minder in Irrthum, denn es wird mit der Ausweisung der Wissenschaft auch den Glauben aus seinen Hallen verjagen, und es täuscht keinen Rechtschaffenen, wenn es auch noch so oft und noch so kräftig und noch so feierlich vor der Welt ausspricht, dass es wirklich den Glauben besitze; es täuscht sich aber selbst, wenn es meint, den Glauben besitzen zu können, ohne den Aberglauben durch die Wissenschaft zu besiegen. Das Christenthum unter den Völkern ist noch nicht vollendet, sondern in der Entwickelung begriffen, wie die Menschheit. Die Entwickelung kann nicht ohne Bewegung stattfinden; „die Bewegung aber ist ein Kampf, ein Kampf gegen die Ungewissheit, welche in der Zeit den Namen Zukunft trägt. Siegreich und vollendet kann er nur aus dem Glauben geführt werden, welcher weder in Furcht sich lähmt, noch in Aberglauben sich verkehrt, sondern die Waffe anlegt, welche die Gewissheit des Geistes in die Hand gibt. Diese Waffe ist die Wissenschaft. Sie ringt, ein echtes Kind des Glaubens, in der Gewissheit des Geistes nie wankend, niemals zitternd im Kampfe und zweifelnd an dem Siege, mit jedem Schritte vorwärts in die Zeit der Ungewissheit einen Schritt breit Landes ab, um ihn dem Reiche der Wahrheit einzuverleiben, und thut im Namen des Glaubens, der sie sendet, in der Besiegung der sinnlichen Mächte die Zeichen und Wunder, welche um der Schwachen willen gethan werden müssen, damit sie an die Gewissheit des Geistes glauben, den Aberglauben an irgend noch eine andere Zukunft vor dem Ungewissen, das sie fürchten, abthun und Gott anbeten lernen im Geist und in der Wahrheit." *Graffunder*, Einleitende Grundzüge zu einer geschichtlichen Betrachtung des Aberglaubens. Erfurt, 1850. S. 19 und 20.

7) Zu §. 64. S. 24. Was die philosophische Grundlage betrifft, welche ich von dem Zögling der Botanik verlange, so schliesse ich mich hierin

den von *Schleiden* in seinen „Grundzügen der wissenschaftlichen Botanik", 3. Aufl. S. 29 u. f. entwickelten Grundsätzen im Princip grösstentheils an. Ich finde namentlich, dass die *Kant'schen* Lehren noch lange nicht hinreichend für die Naturwissenschaft benutzt und noch weniger erschöpft sind, so dass noch eine Fülle von Gedanken zur weitern Benutzung in ihnen vorhanden ist. *Kant* steht durchaus auf christlichem Grund und Boden und Keiner hat, wie er, die Methode *Newton's* und anderer grosser Naturforscher für die Philosophie zu benutzen verstanden. Namentlich muss ich auf die erste Ausgabe der „Prolegomena zu einer jeden künftigen Metaphysik u. s. w." aufmerksam machen.

8) Zu §. 68. S. 26. Ich muss hierbei erwähnen, dass die drei Erscheinungen, welche ich so eben angeführt habe, im Grunde sich auf eine, nämlich auf „Bewegung" zurückführen lassen. Nur ist uns noch nicht überall ihre Verknüpfung klar geworden. Diese Verknüpfung zu suchen ist die Aufgabe der gesammten Naturwissenschaft.

9) Zu §. 72. S. 27. Formlose Körper gibt es eigentlich nicht, aber es ist Sprachgebrauch, diejenigen Erscheinungen als formlos zu bezeichnen, bei denen die Form entweder im höchsten Grade veränderlich ist, wie bei der Luft und beim Wasser, oder sich nicht auf eine einfach verständliche Weise bestimmen lässt. Vergl. §. 266 u. 267.

10) Zu §. 77. S. 29. So hat bekanntlich *Ehrenberg* in Folge eines Experiments, wodurch blaue Flecken und Punkte im Innern einer Kieselzelle bei einigen Diatomeen entstanden, als er diese in eine blaue Flüssigkeit gebracht hatte, auf die Anwesenheit mehrerer Magensäcke bei den Diatomeen geschlossen und diese daher zu seinen vielmagigen Infusorien gestellt. Aber das Experiment beweist für die Anwesenheit von Magensäcken bei den Diatomeen eben so wenig, als ein ähnliches bei den andern Pflanzenzellen, durch deren sichtbare Poren die verschiedensten Flüssigkeiten mittelst der Haarröhrchenkraft (die hier mit der Endosmose gleichbedeutend ist) aufgenommen werden.

11) Zu §. 88. S. 33. Vergl. *Schleiden*, „Grundzüge der wissenschaftlichen Botanik" (1. Ausgabe) S. 70.

12) Zu §. 90. S. 33. Ich muss hierbei bemerken, dass auch „eingemachte Früchte", wie sie in der Küche gebraucht werden, sich oft noch ganz vortrefflich zu mikroskopischen Untersuchungen eignen.

13) Zu §. 94. 3) S. 35. Sehr interessant ist, was *Goethe* in seiner Farbenlehre (Pathologische Farben. Anhang. §. 103 u. f.) über Akyanoblepsie sagt.

14) Zu §. 104. S. 39. Man vergleiche hier auch *Schleiden*, „Grundzüge u. s. w." (3. Aufl.) S. 91 u. f.

15) Zu §. 123. S. 47. Weiteres kann man über das Mikrotom des Dr. *Oschatz* nachlesen in *v. Mohl's* und *v. Schlechtendal's* Botanischer Zeitung, 1843. Sp. 400, 733 und 1844. Sp. 865.

16) Zu §. 142. S. 53. Vergleiche *E. Millon*, „Ueber ein Reagenz auf Protein" in *Erdmann's* und *Marchand's* Journal der Chemie, 1849. Aug. 350.

17) Zu §. 151. S. 57. Vergleiche: Botanische Zeitung, 1847. Personal-Notizen, Sp. 592.

18) Zu §. 153. S. 58. Ich denke, es wird die Zeit nicht mehr fern sein, wo man über alle die alten Zöpfe, welche die Botanik versteift haben und immer noch versteifen, den Stab brechen wird. Es hat sich auch kein tüchtiger Forscher an die „Zöpfe" gekehrt, selbst diejenigen nicht, welche auf Andere, wegen Bildung neuer Termini, ärgerlich gewesen sind. Als Beispiel führe ich nur *Schleiden* an, welcher in seiner „Entwickelungsgeschichte des vegetabilischen Organismus u. s. w." (Beiträge zur Botanik, S. 103) sagt: „Die Worte *testa* und *membrana interna*, so wie die andern vom reifen Samen hergenommenen und nirgend passenden Ausdrücke musste ich aufgeben, da sie wegen der vielen, historisch ihnen anklebenden Irrthümer nur dazu dienen konnten, die Begriffe zu verwirren."

19) Zu §. 171. S. 65. So führt z. B. *Naegeli* (Die neuern Algensysteme, S. 123 u. f.) nur das von den Palmellaceen, Pleurococcus vulgaris u. s. w. an, was zu seinem Dogma passt, während er alles Andere dreist wegleugnet, was *Meneghini* und *ich* noch angegeben haben.

20) Zu §. 176. S. 66. „Es gehört in die Leiden der Gegenwart, dass ein unseliger Hang zu inhaltloser poetischer Prosa, zu der Leere sogenannter gemüthlicher Ergüsse, gleichzeitig in vielen Ländern, verdienstvolle Reisende und naturhistorische Schriftsteller ergriffen hat." „Kosmos", II. S. 73.

21) Zu §. 180. S. 67. Die Zeit der „Wunder" ist keineswegs vorüber, denn jede neue und unerklärte Erscheinung ist ein solches. Die Natur ist voll davon. Nur muss berücksichtigt werden, dass der Unwissende das Wunder ganz wo anders findet, als der Wissende. Der Wissende, der die Natur zu seinem wie zu Anderer Vortheil auf die glücklichste Weise zu benutzen versteht, ist für den Unwissenden im Grunde ein eben so grosser Wundermann (Prophet), als *Moses* den Kindern Israel war. Jedes Experiment in der Chemie und Physik kann daher als ein Wunder genommen werden, denn es dient uns eben so zum Beweismittel (Zeichen) unserer Lehren, wie die Zeichen und Wunder der Propheten und aller ältern Religionslehrer. Dieses Wunder zwingt auch in der That zum Glauben, weil es durch seine unmittelbare Anschauungsfähigkeit sich jedem Sehenden gewaltsam aufdringt. Die Priester der alten Völker hatten daher auch, weil sie allein es waren, welche die Wissenschaft besassen und das Experimentiren verstanden, die furchtbarste Gewalt in Händen, der sich nicht nur das Volk, sondern auch die Könige beugen mussten. Durch die Priesterschaft wurde aber mit der Wissenschaft der grösste Missbrauch getrieben, indem sie dieselbe als Sklavenketten für das Volk gebrauchten und so für sich eine unbeschränkte Herrschaft begründeten. Gleichzeitig wurde aber nicht der Glaube, sondern der Aberglaube geflissentlich ins Volk getragen, genährt und methodisch befestigt. Dass sich dadurch die Wissenschaft vor dem Volke verstecken musste und alles Wissen nach Aussen hin zugleich ein Geheimniss war, ist erklärlich. Aber so konnte die Wissenschaft auch nicht gedeihen; denn ihr war in den Mysterien Luft und Licht genommen. Erst mit der Eröffnung der griechischen Philosophenschulen trat die Wissenschaft ins offene Leben ein, aber nur theilweise, denn die esoterischen Lehren blieben für immer ein Geheimniss. Das Christenthum vollendete nun, was das Heidenthum nicht ausführen konnte. „Unleugbar ist es, dass die ersten griechischen Philosophenschulen den Resten vorhistorischer Naturwissenschaft ihre Entstehung verdanken, und namentlich *Thales* und

Pythagoras, so wie *Pherecydes*, *Xenophanes*, *Parmenides*, *Empedokles*, *Demokrit* vorzugsweise als Physiker zu betrachten sind. Und eben so ist es unleugbare Thatsache, dass dieselben griechischen Philosophenschulen, indem sie den Sinn für eigne Forschung erweckten, zum Umsturz des Heidenthums wirkten und dadurch Bahn machten dem Christenthum. Umgekehrt wird sich nachweisen lassen, ... dass der Aufschwung neuerer Naturwissenschaft zusammenhängt mit dem herrlichen Triumphe des Christenthums, der Abschaffung des alten Sklavenwesens. Eben dadurch nämlich gingen die technischen Geschäfte, z. B. der Bergbau, nach und nach in die Hände freier Menschen über, und an die Stelle der selbst von einem *Plato* in seiner Republik, weil gewisse knechtische Arbeiten schlechterdings gethan sein wollen, für unentbehrlich gehaltenen Sklaven traten unsere Maschinen" — gleichsam neue, vom Menschen geschaffene Organismen — „welche Tag und Nacht eben so pünktlich als unermüdlich fortarbeitend, jene unentbehrlichen Sklavendienste besorgen." *Schweigger*, „Einleitung in die Mythologie auf dem Standpunkte der Naturwissenschaft". Halle, 1836, S. 28.

So trat nun die Wissenschaft aus der Priesterkaste heraus ins Volk, und die Wunder werden seitdem nicht mehr in den steinernen Tempeln, sondern in den Laboratorien der Schulen und in den Werkstätten der Techniker verrichtet, und will ja hie und da noch ein Unwissender sich in alter Weise als geheimnissvoller Wundermacher zeigen, so sind die Augen der Polizei schon hinreichend, ihn als Betrüger zu entlarven. Darum ist aber auch der Glaube an die neue Naturwissenschaft gross; darum ist die Gewalt der Schule gross; darum darf aber auch die neue Naturwissenschaft niemals vergessen, dass sie eine Tochter des Christenthums ist und den Beruf hat, dasselbe zu kräftigen und weiter zu entwickeln, eingedenk des letzten Zweckes desselben, welcher in dem Spruche enthalten ist: „Ihr sollt ein priesterliches Volk sein." Das ist das letzte grosse Wunder, was die Gesammtwissenschaft auf christlichem Standpunkte auszuführen hat.

22) Zu §. 204. S. 74. *A. v. Humboldt,* „Kosmos", II, 145. — Ich muss bei dieser Gelegenheit noch Etwas erwähnen, womit mich selbst meine besten Freunde immer ennuyirt haben. Ich habe nicht einmal, sondern wiederholt in meinen Schriften erklärt, dass ich keine absoluten Arten, Gattungen u. s. w. anerkenne und dass ich den von mir gegründeten neuen Gattungen und Arten selbst von Haus aus nur relativen Werth beilege. Demungeachtet schrieb mir Dieser und Jener: Ihre Gattung x und die Art y werden sich nicht halten, ich besitze Uebergänge zu m und n. Solche „Uebergänge" waren mir aber gewöhnlich schon viel früher und besser bekannt, als meinem verehrlichen Correspondenten.

23) Zu §. 211. S. 77. Viele Artikel in unsern botanischen Zeitschriften leiden besonders häufig an einer ganz unnöthigen Breite. Es ist, als ob es hauptsächlich nur darauf abgesehen wäre, so und so viel Seiten und Spalten zu liefern. Reicht der Stoff nicht aus, so werden eine Menge unnöthiger Nebensachen, wässeriger Redensarten oder überflüssiger Citate aus allerhand Schriftstellern darunter gemengt, um die „breite Bettelsuppe" als Gericht auftischen zu können. Unsere Zeitschriften würden alle ein gesunderes und kräftigeres Ansehen haben, wenn ihre Gründer und Herausgeber nicht den Inhalt vorher nach der Elle bestimmt hätten, sondern nach seinem Werthe. Wozu müssen denn jährlich gerade so und so viel Bogen ausgegeben werden?

Man würde gern denselben Preis für die Hälfte der Druckbogen zahlen, wenn man dabei den Vortheil gewänne, den bessern Inhalt nicht durch viel leeres und wässeriges Gewäsch homöopathisch verdünnt zu erhalten und durch das Lesen kürzerer inhaltvoller Arbeiten viel kostbare Zeit zu sparen.

24) Zu §. 240. S. 89. Erst jetzt habe ich den letzten Faden durchschnitten, der mich noch — obschon nur schwach — mit der herrschenden Ansicht verknüpfte, welche die Auffindung der sogenannten absoluten Unterschiede als das Ziel der Botanik erstreben zu müssen glaubte. Es wird mir dadurch so recht wohl ums Herz, denn ich fühle, dass meine mühsamen, ins Einzelne gehenden Untersuchungen, denen ich die schönste Zeit meines Lebens gewidmet, die mir aber auch so manchen schönen geistigen Genuss bereitet haben, nicht vergeblich gewesen sind. Die speciellen Studien sind das einzige Mittel, welches die Fäden zur Verknüpfung des Einzelnen zur Einheit liefert. Ihr Zweck ist also: der Einheit, dem Ganzen zu dienen, nicht sich selbst.

25) Zu §. 242. S. 89. Wenn etwa Jemand auf den Gedanken kommen sollte, die von mir dargelegte Methode als eine neue zu bezeichnen, den muss ich wiederholt darauf aufmerksam machen, dass sie schon von *Linné* und allen den ältern Forschern angebahnt wurde, welche nicht das „System" oder die „Art", sondern die „natürliche Methode" als *„primum et ultimum in Botanicis"* erkannten. Ich lege auch besonders darauf Gewicht, dass *Linné* nicht von einem *„Systema naturale"* wie *De Candolle* und seine Nachfolger, spricht, sondern von einem *„Methodus naturalis"*. Das ist um so wichtiger, als Jedermann weiss, wie *Linné* seine Worte abwog. Das „System" selbst aber galt ihm nur als ein Mittel zur Orientirung, wesshalb er es auch sehr treffend mit dem Faden der Ariadne verglich. Dass er ferner weit entfernt war, zu glauben, dass man absolute Arten begründen könne, geht aus der Aeusserung *„Nullus character infallibilis est"* hervor. Vergleiche §. 43.

26) Zu §. 248. S. 91. Ich mache, in Bezug auf die hier und an andern Stellen ausgesprochenen Ideen, noch auf eine von mir vor Kurzem erschienene kleine Schrift: „Die Naturwissenschaften in den Schulen als Beförderer des christlichen Humanismus. Nordhausen, 1850." aufmerksam.

27) Zu §. 267. S. 97. Nur ein Theil dieser Linien ist mathematisch entwickelt. Die mathematische Behandlung ist aber hier bei der Darstellung des Lebendigen von wenig Nutzen, weil man sich bei der Untersuchung immer nur mit einzelnen Merkmalen befassen kann. Darüber geht aber die Anschauung des ganzen Bildes verloren. Und doch soll dieses dargestellt werden. Man bedenke, dass zur vollständigen Entzifferung des mathematischen Grundes nur einiger weniger transcendenten Curven ganze Bände von Formeln und Rechnungen nöthig sind. Man versuche es nur die Curven einer einzigen kleinen auf das Papier gezeichneten Wolke vollständig in eine mathematische Formel zu bringen und man wird sehen, wie weit man damit kommt. Und, wenn man damit fertig ist, so ist immer nur erst ein willkürlich herausgenommenes und sehr unvollständiges Moment dargestellt worden.

28) Zu §. 269. S. 97. Die Moleküle, woraus die Krystalle sich bilden, sind auch unter dem Mikroskope nicht sichtbar. Aber wol kann man die

Bewegung der kleinen Krystallkörperchen beobachten, welche sich zu den zusammengesetzten krystallinischen Gebilden (Krystallvegetationen, Dendriten u. s. w.) vereinigen. Ebenso kann man das Wachsen der Krystalle in geradliniger Richtung beobachten. Besonders leicht ist das beim geschmolzenen Schwefel zu sehen, wenn man ihn wieder so weit hat erkalten lassen, dass er hellgelb und dünnflüssig erscheint und ihn so durch Neigen des Glasgefässes an die innere Wand dünn ausbreitet. Es entstehen nach einander an den verschiedenen Stellen, jedenfalls entsprechend der verschiedenen Abkühlung, Krystallisationscentra, von wo aus die Weiterbildung sich nach allen Seiten strahlig und geradlinig ausbreitet, bis diese Bildungen sich berühren und dadurch gegenseitig begrenzen. Dasselbe oder Aehnliches bemerkt man auch bei dem plötzlichen Anschiessen verschiedener Salzlösungen unter dem Hydro-Oxygengas-Mikroskop. Giesst man eine ammoniakhaltige schwefelsaure Kupferoxydlösung auf ein flaches Glas und bringt daneben vorsichtig Alkohol, so entsteht zunächst zwischen beiden Flüssigkeiten eine Membran, welche aus Molekülen von schwefelsaurem Kupferoxydammoniak besteht, und endlich wachsen von dieser Membran aus, nach beiden Flüssigkeiten zu, lange spiessige Krystalle desselben Salzes.

29) Zu §. 272. S. 98. Zu diesen Hemmungsbildungen und Störungen gehören:

1) Bei den Thieren: die Pilzbildungen, Harnsteine, Bezoare, Eiterungen u. s. w.
2) Bei den Pflanzen: die übermässige Ansammlung von kohlensaurem Kalk, das Zerfliessen und Zersetzen der Zellenmembran u. s. w.
3) Bei den Krystallen: das freiwillige Zerfliessen und Zerfallen.
4) Bei den Massen: das Zersetzen, Verwittern, in Folge chemischer Einwirkung u. s. w.
5) Bei Allen aber die Veränderungen, welche Licht, Wärme u. s. w. hervorrufen.

Aus allen diesen und den noch folgenden Darlegungen wird der Leser finden, dass ich ausser dem Aberglauben von der absoluten Art, auch noch den Aberglauben von der Lebenskraft, der Anziehungs- und Abstossungskraft, der Cohäsionskraft und wie das übrige Heer der Kräfte noch heisst, völlig abgestreift habe. Ihre Existenz ist wirklich nicht vorhanden, wofür der triftigste Beweis der ist, dass wir sie gar nicht nöthig haben, um Aufschluss über die Erscheinungen zu erhalten. Der Unsinn, den man mit der Lebenskraft getrieben hat, ist auch wirklich so gross gewesen, dass sich jeder selbständige Forscher jetzt schämt, mit ihr Arm in Arm, wie sonst, über die Strasse zu gehen. Den Naturforschern ist es bisher mit der Erklärung der Natur gegangen wie den Kindern mit dem Spiegelbilde. Es war ihnen das nicht genug, was sie vorn sehen und begreifen konnten, es sollte durchaus immer noch Etwas dahinter stecken. Und weil sie doch nun bei aller Mühe nichts dahinter bemerken konnten, so wurde ein Name, Kraft, als Gespenst dahinter versteckt. Um diesen Popanz aber ja nicht zu verlieren, wenn er in seiner beschränkten Fassung nicht ausreichen wollte, hatte man immer noch eine Anzahl kleiner Popanzchen, wie Katalyse, Metabolie, Bildungstrieb und noch andere allerliebste Namen in Reserve, und bildete sich ein oder auch nicht ein, dass man, wenn auch nicht wirklich, so doch unwirklich, nun dahinter gekommen wäre. Sollte daher irgendwo

in diesem Buche der Ausdruck „Kraft“ in einer andern, als §. 253 dargelegten Weise vorkommen, so bitte ich den verehrlichen Leser denselben als ein Versehen von mir, aus alter Gewohnheit, anzusehen und dafür immer „Bewegung“ oder „Geschwindigkeit“ zu setzen. Und so wünsche ich, dass noch recht viele Naturforscher auf diesen alten Scharwenzel nicht mehr bloss raisonniren, sondern ihn bei Seite liegen lassen, denn man ist ohne diesen „Alp“, der uns zu ersticken drohete, oder wie ein bleierner „Kobold“ unsere Schritte lähmte, viel leichter, viel sicherer, viel froher und lebensmuthiger bei der Arbeit. „Ob's Hansen oder Kunzen recht ist, darauf kommt Nichts an.“

Grundzüge der philosophischen Botanik.

(Die Pflanzentheile.)

---

§. 273.

Der Zweck der folgenden Arbeit ist die Darstellung des Pflanzenlebens in seinen Grundzügen. Unter diesen Grundzügen verstehe ich gewisse Hauptmomente der vegetabilischen Bewegung, gleichsam Hauptströme, welchen alle übrigen untergeordnet sind. Diese Hauptströme sollen nicht isolirt, sondern so viel als thunlich in ihrer Berührung und Verschlingung dargelegt werden, selbst mit möglichster Rücksicht auf kleinere untergeordnete Bewegungsgruppen. Diese Hauptströme sollen in folgenden acht Büchern abgehandelt werden.

Im ersten Bande werden ausser den allgemeinen Formen die Pflanzentheile erörtert und zwar:

I. Buch. Die allgemeinen Grundformen des Pflanzenlebens als Vergleichungsmittel.

II. Buch. Stoffformen des Pflanzenlebens.

III. Buch. Organische Formen des Pflanzenlebens.

Der zweite Band handelt von dem Pflanzenindividuum als Organismus und zwar:

a) Die Pflanzen unter und zu sich selbst.

IV. Buch. Von den Offenkeimern oder Kryptogamen.

V. Buch. }
VI. Buch. } Von den Hüllkeimern oder Phanerogamen.

b) Die Pflanze in Beziehung zur übrigen Natur.

VII. Buch. Von dem Einfluss der äussern Natur auf die Pflanze.

VIII. Buch. Von dem Einfluss der Pflanze auf die umgebende Natur.

§. 274.

Wo Bewegung ist, da entsteht eine Grösse, jede Grösse aber ist zugleich eine Form. Formen-, Grössen- und Bewegungslehre ist daher im Grunde dasselbe. Um nun die Darstellung der Pflanzenformen durch annähernde Gleichung möglich machen zu können, müssen zunächst Grundformen bestimmt werden, welche als das Gegebene zu betrachten sind, mit dessen Hilfe die Darstellung der unbekannten Pflanzengrösse gesucht und gefunden werden soll.

Erstes Buch.

Die allgemeinen Grundformen des Pflanzenlebens als Vergleichungsmittel.

§. 275.

Diese Grundformen werden theils der reinen (innern, psychischen), theils der sinnlichen (äussern, physischen) Anschauung entnommen. Zu jenen gehören alle die, welche der niedern und höhern Mathematik entnommen sind. Aber weder die mathematischen noch die physischen Grundformen sind ausreichend durch ihre Verbindung eine vollkommene Darstellung (Gleichung) zu gewähren, sondern nur eine der Wahrheit sich nähernde. Wir können also nur etwas dem Wahren Aehnliches, nicht Gleiches darstellen.

§. 276.

Der Grund davon liegt im Folgenden. Die Natur in ihrer für uns absolut unbegreiflichen Grösse bewegt sich in einer unendlichen Formendifferenz, sie ist in beständiger Verwandlung begriffen, macht nie Halt, ist nie constant, bringt auch nie wieder Gleiches, sondern nur Aehnliches hervor.

§. 277.

Wenn wir daher einen Maassstab aus der niedern Mathematik hervorsuchen, welche nur mit constanten Grössen zu thun hat, so ist damit immer das stille Bekenntniss verknüpft, dass dieser Maassstab hierbei nicht in seiner sogenannten absoluten oder constanten Bedeutung zu nehmen ist. Wir meinen also, wenn

wir einen Pflanzentheil als kuglig oder sphärisch bezeichnen, dass derselbe der Kugel nur ähnlich, also eigentlich sphäroidisch sei; wir meinen mit dem der Mathematik entlehnten Ausdruck nicht den mathematischen, sondern den physischen Körper, wir meinen also nicht die mathematische genaue Kugel, nicht den mathematischen Würfel oder Kegel, sondern die physische Kugel, den physischen Würfel und Kegel. Aber alle diese physischen Körper sind ungenau, und die andern, der blossen sinnlichen Anschauung entnommenen Grundformen sind noch ungenauer, weil die Veränderlichkeit zu ihrem Wesen gehört.

§. 278.

Aber gerade dadurch, dass sie veränderlich sind, und in dieser Eigenschaft mit den Pflanzenformen übereinstimmen, sind sie die passendsten, die niedern mathematischen Grundformen in ihrer wahren Bedeutung aber die unpassendsten.

§. 279.

Ich habe schon früher erwähnt, dass die mathematische Methode oder Analysis des Unendlichen in der Naturgeschichte der Organismen nicht anwendbar ist, weil diese Methode immer nur wenige specielle und sehr beschränkte Fälle anschaulich machen kann. Aber grosse Massen zu bewältigen, wie sie die Naturgeschichte erfordert, dessen ist sie auf diese Weise gar nicht fähig, weil sie alle grössern Massen der Anschauung immer mehr entrückt, je gründlicher sie verfährt. Die grössern Massen können eben nur wieder mit ebenbürtigen Massen bewältigt werden, nicht durch unendlich kleine Differentiale.

§. 280.

Darum ist es absurd, wenn man von wissenschaftlichen Darstellungen des Pflanzenlebens mathematische Genauigkeit verlangt, und pedantisch, wenn man ferner verlangt, dass alle wissenschaftlich botanischen Darstellungen uniform sein müssten. (Vergleiche *Naegeli*, Die neuern Algensysteme, S. 98, 99.)

§. 281.

Wir bedienen uns demnach der, der Mathematik entlehnten, Grundformen nur in der oben (§. 277) angegebenen Bedeutung und es gehören hierher Ausdrücke wie: kugelförmig (globularis, globosus, sphaericus), halbkugelförmig (hemisphaericus), elliptisch (ellipticus), kreisförmig (orbicularis), parabolisch (parabolicus),

kegelförmig (conicus), spindelförmig (fusiformis), walzenförmig (cylindricus), würfelförmig (cubicus), säulenförmig (prismaticus), pyramidenförmig (pyramidalis), keilförmig (cuneiformis) u. s. w., deren Kenntniss wir übrigens, als der Schulbildung angehörig, voraussetzen müssen.

§. 282.

Die übrigen Grundformen, welche wir hier zu erwähnen und nöthigenfalls zu erörtern haben, sind theils Körperformen, theils Stoffformen.

Die Körperformen theilen wir nach ihrer sinnlichen Beschaffenheit ein in 1) Gesichtsformen, 2) Gehörformen, 3) Geruchsformen, 4) Geschmacksformen, 5) Tastformen.

§. 283.

Die Körperformen sind theils wieder den Körpermassen, theils den Individuen entnommen.

Zu den massigen Formen gehören alle auf Zusammenhang und Aggregation, Dichtigkeit (specifische Schwere) und Härte bezüglichen, als: flüssig (liquidus), starr (rigidus), fest (solidus), zäh (tenax), biegsam (flexilis), elastisch (elasticus), spröde, zerbrechlich (fragilis) u. s. w.; ferner als besondere Massenformen: saftig (succulentus), wässerig (aquosus), ölig (oleosus), schleimig (mucosus), gallertartig (gelatinosus), klebrig (viscosus), teigig, mussig (pulposus), fleischig (carnosus), korkig (suberosus), schwammig (spongiosus), harzig (resinosus), knöchern (osseus), knorpelig (cartilagineus), hornig (corneus), steinern (lapideus), glasig (vitreus), wolkig (nubilus), mehlig (farinosus), staubig (pulverulentus), körnig (granulosus) u. s. w.

§. 284.

Zu den begrenzten Gesichtsformen gehören eine sehr grosse Anzahl, weil dieselben ungemein und willkürlich vermehrt werden können. Ich erwähne nur folgende als die gebräuchlichsten: eiförmig (ovatus), herzförmig (cordatus), linsenförmig (lenticularis), nierenförmig (reniformis), pfriemenförmig (subulatus), borstenförmig (setaceus), haarförmig (capillaris), schwertförmig (ensiformis), ringförmig (annularis), radförmig (rotatus), röhrenförmig (tubulosus), glockenförmig (campanulatus), urnenförmig (urceolatus), becherförmig (cyathiformis), trichterförmig (infundibuliformis), tellerförmig (hypocrateriformis), kahnförmig (cymbiformis), blätterig (wie ein Buch) (lamellosus), blattartig (foliaceus), geschwollen (tumidus), verdickt (incrassatus), verdünnt

(attenuatus), keulenförmig (clavatus), spatelförmig (spatulatus), lanzettförmig (lanceolatus), spiessförmig (hastatus), pfeilförmig (sagittatus), birnförmig (pyriformis), knotig (nodosus) u. s. w.

§. 285.

Man unterscheidet bei jedem Körpertheile die Basis oder den Grund, Fuss (basis), und die Spitze, das Ende (apex). Beide Enden können stumpf (obtusus) oder spitz (acutus), zugespitzt (mit verlängerter oder vorgezogener Spitze, acuminatus); abgestutzt (truncatus), ausgerandet (emarginatus), zugerundet (rotundatus), stachelspitzig (mucronatus) oder begrannt (aristatus) — im letztern Falle hat die Spitze Aehnlichkeit mit einem Grannenhaar — u. s. w. sein.

§. 286.

Speciellere Bestimmungen sind noch folgende, und zwar:

α) Bei vorherrschend in die Länge (Linie) entwickelten Formen, welche nach der Figur des Querschnitts bezeichnet werden: drehrund (teres), eckig (angulosus), drei-, vier-, fünf- bis vieleckig u. s. w., zusammengedrückt (compressus), zweischneidig (anceps), flach (complanatus) u. s. w.

β) Bei Flächenformen ist sowol der Rand (margo) als die eingeschlossene Fläche, die Scheibe, Spreite (discus) zu beachten.

§. 287.

Der Rand ist entweder ganz (integerrimus) oder eingeschnitten (incisus).

Gehen die Einschnitte nicht bis zur Hälfte, so heissen sie flach (margo leviter incisus); gehen sie bis zur Hälfte, so heisst der Rand gespalten (fissus), etwas über die Hälfte aber geschlitzt (laciniatus), noch tiefer (fast bis auf den Grund) getheilt (partitus). Bei den flachen Einschnitten unterscheidet man noch einige Nebenformen, z. B. gesägt (serratus, mit spitzen Buchten und ungleichschenkeligen und spitzen Vorsprüngen), gezähnt (dentatus, mit gleichschenkeligen Buchten und Vorsprüngen), gekerbt (crenatus, mit spitzen Buchten und kleinen rundlichen Vorsprüngen), gelappt (lobatus, mit eckigen Buchten und grössern rundlichen Vorsprüngen), ausgeschweift (repandus, mit grössern runden Buchten und kleinen eckigen Vorsprüngen; also der Gegensatz von gelappt), ausgeschweift-gezähnt (repando-dentatus, der Gegensatz von crenatus), buchtig (sinuatus, mit runden Buchten und Vorsprüngen), kammförmig gezähnt (pectinatus, mit langen sehr

spitzen Zähnen [Vorsprüngen] und Buchten), schrotsägeförmig (sehr ungleich ausgeschweift und gezähnt), ausgefressen (erosus, der Rand ungleich gelappt und die Lappen wieder fein gezähnt und ausgeschweift), gefranzt (fimbriatus). Ausserdem noch doppelt gezähnt, doppelt gesägt u. s. w.

§. 288.

Die eingeschlossene Fläche kann mehr nach dem Rande, oder mehr nach innen oder überhaupt betrachtet werden. Sie ist entweder eben (planus) oder uneben, und im letztern Falle ist sie wellig (undulatus) oder kraus (crispus, beim Blaukohl), ausgehöhlt (concavus), gewölbt (convexus), blasig (bullatus), gefaltet (plicatus), zurückgeschlagen (reflexus), eingeschlagen (inflexus), zusammengerollt (convolutus), tuten- oder kappenförmig (cucullatus), zusammengelegt (conduplicatus); ferner: gestreift (striatus), gefurcht (sulcatus), rinnenförmig (canaliculatus), genervt (nervosus), geadert (venosus), gerippt (costatus), runzelig (rugosus), beulig (tuberculatus), warzig (verrucosus, papillatus), stachelwarzig (muricatus), stachelig (aculeatus), dornig (spinosus) u. s. w.

§. 289

In Bezug auf die Bekleidung der Fläche unterscheidet man sie als beschuppt (squamatus), bereift (pruinosus), mit Spitzchen bedeckt (apiculosus), haarig (pilosus), steifhaarig (hispidus), borstig (setosus), bewimpert (ciliatus), zottig (villosus), weichhaarig (pubescens), seidenhaarig (sericeus), wollig (lanatus), filzig (tomentosus), spinnenwebenartig (arachnoideus), unbehaart (glaber) u. s. w. Zu bemerken ist hier noch, dass ein Haar nur dann Wimper (cilium) genannt wird, wenn es am Rande steht.

§. 290.

Endlich sind die Körperformen noch in Hinsicht auf ihre Zusammensetzung zu bestimmen, z. B. reihen sich mehrere Formen an einander, so heisst der Hauptkörper gegliedert (articulatus); sind diese Glieder rundlich oder eiförmig, so heisst der Körper rosenkranzförmig oder perlschnurartig (moniliformis). Die Mittellinie, an welcher man diese Glieder sich aufgereiht denkt, heisst Axe, Spindel (axis, rhachis). Diese Axe ist indessen in der Regel wirklich als ein verlängerter Körper vorhanden, an welchem dann die dazu gehörigen Theile in grösserer oder geringerer Zahl, und in einer gewissen Ordnung befestigt sind. Die Axe selbst kann einfach (simplex) oder verzweigt

(ramosus) sein. Im letztern Falle sind die Zweige als Seitenaxen anzusehen und man unterscheidet daher Axen 1ter, 2ter, 3ter u. s. w. Ordnung. Trägt die Axe^{I} an ihrer Spitze 2 $Axen^{II}$, jede dieser 2 $Axen^{II}$ wieder 2 $Axen^{III}$, jede dieser 4 $Axen^{III}$ 2 $Axen^{IV}$ u. s. f., so nennt man diese Verzweigung oder Spaltung dichotomisch (dichotomus); geschieht diese Spaltung immer mit je drei Axen, so heisst sie trichotomisch (trichotomus), mit noch mehreren polychotomisch (polychotomus); bei blattartigen Theilen sagt man dagegen vielspaltig (multifidus), oder auch mehrfach und vielfach zusammengesetzt (decompositus, supradecompositus). Axen, welche an ihrer Spitze einen andern Pflanzentheil tragen, heissen auch Stiele. Stehen mehrere so gestielte Theile an dem Endpunkte einer Axe höherer Ordnung, so bilden sie eine Dolde (umbella, partes umbellatae), sind dagegen die genannten Theile ungestielt an dem Endpunkte einer Axe, so bilden sie ein Köpfchen (capitulum, partes capitatae); ungestielte Theile nennt man überhaupt sitzend (sessiles); liegen etwas verlängerte Theile in einer Fläche und an dem Endpunkte eines Stieles neben einander, so nennt man sie fingerförmig (p. digitatae). Sind die Nebentheile unter der Spitze einer Axe in Mehrzahl ringsum (in gleicher Höhe) gestellt, so bilden sie einen Quirl oder Wirtel (verticillus, p. verticillatae); sind dieselben aber in ungleicher Höhe vertheilt, so heissen sie zerstreut (p. sparsae) und sie zeigen dann immer eine mehr oder weniger deutliche Ordnung in Spiralen (spiraliter dispositae) oder in Längsreihen, Zeilen, daher sie denn auch im letztern Falle als zweizeilig (partes distichae), drei — vielzeilig (p. tri — polystichae s. trifariam — multifariam dispositae) noch unterschieden werden; das Stellungsverhältniss der einzelnen Theile zu einander nennt man hier ausweichend oder abwechselnd (p. alternae) im Gegensatz von gegenüberstehend (p. oppositae), was nur zwischen zwei auf gleicher Höhe befindlichen Theilen stattfinden kann. Ein Theil heisst gefiedert (p. pinnata), wenn die Nebentheile zweizeilig an der Axe entlang stehen; ist die Axe selbst gefiedert und tragen die $Axen^{II}$ zweizeilige Seitentheile, so heisst der Haupttheil doppelt gefiedert (p. bipinnata) u. s. w. Stehen und entspringen die Theile nur an einer geraden Linie der Axe entlang, so heissen sie einseitig (p. unilaterales); stehen sie aber zerstreut und biegen sich nur nach einer Seite, so heissen sie einseitswendig (p. secundae). Stehen knopfförmige Theile, Blumen, Früchte (nicht Blätter) an einer Axe entlang ohne Stiele, so bilden sie eine Aehre (spica), mit einfachen Stielen eine Traube (racemus), mit verästelten Stielen eine Rispe (panicula).

Sind bei der Traube die untern Stiele so viel länger, als die obern, dass alle Enden fast in gleicher Höhe liegen, so heisst sie Doldentraube oder Traubendolde (corymbus), ist dasselbe bei der Rispe der Fall, Rispendolde, Trugdolde (cyma); andere Aeste heissen in beiden letzten Fällen gleichhoch (rami fastigati). Zusammengesetzte Stellungen kommen vor bei der Aehre der Getreidearten (spica composita), der Dolde der Umbelliferen (umbella composita), der Grasrispen (panicula spicifera), der Doldenähre (spica umbellifera) u. s. w.

§. 291.

Die Biegungen, welche verlängerte Theile (Fasern, Fäden, Stiele, Stengel, Rippen, Adern, Furchen, Haare u. s. w.) machen, werden wie die verschiedenen Arten der Linien in der Mathematik benannt, z. B. gerade (rectus), gekrümmt (curvatus), bogig (arcuatus), zurückgekrümmt (recurvatus), zusammengerollt (convolutus), zurückgerollt (revolutus), lockig (circinalis), schlangenförmig (serpentinus), hin- und hergebogen (flexuosus), gedreht, wie ein Seil (tortus), ineinander gedreht (contortus), verworren (intricatus), schrauben- oder schneckenförmig (spiralis), hakig (uncinatus, hamatus), gebrochen (fractus), winkelig (angulosus), zickzackig (fulminatus); ferner aufsteigend (adscendens), niedergebogen (declinatus), zurückgebogen (reclinatus), überhängend (cernuus), nickend (nutans) u. s. w. Die bekannten krummen Linien der höhern Mathematik sind ausser der Spirale bisher noch nicht weiter als Grundformen in Anwendung gekommen, obschon eine von ihnen, die Cissois, vom Epheublatt (κίσσος) entlehnt ist; sie sind übrigens um so mehr zu entbehren, als ihre Benennung zum Theil selbst erst der unmittelbaren Anschauung bekannter Körper, wie z. B. Glockenlinie, Cardioide, Lemniscate (Schleifenlinie), Scyphois (Becherlinie) u. s. w. entnommen ist. Man sieht daraus, dass die Mathematik sich desselben Mittels, wie die Botanik, bedienen muss, wenn sie Totalverhältnisse kurz und mit einem Male ausdrücken will.

§. 292.

Bei der Bildung und Zusammensetzung der Pflanzentheile kann man oft keine sichere Regel oder Ordnung erkennen; diese werden daher als unregelmässig (partes irregulares) bezeichnet; ausserdem aber unterscheidet man noch symmetrische Organe (p. symmetrice formatae), welche sich durch eine Linie in zwei gleiche Hälften (z. B. ein Epheublatt) theilen lassen, und regel-

mässige (p. regulares), welche sich durch mehrere Linien in verschiedener Richtung gleichmässig theilen lassen.

Endlich wird auch ein zusammengesetzter Körper, z. B. ein Baum, wieder nach seiner Gesammtform, dem Umrisse (ambitus) nach, bestimmt, und den Gesammteindruck, den derselbe macht, nennt man seine Tracht (habitus). Der Habitus ist das Erste, was man von einer Pflanze oder einem Pflanzentheile kennen lernen muss; er beruht auf unmittelbarer Anschauung und ist durchaus nothwendig. Aber man darf sich nie von ihm allein leiten lassen, weil er ein oberflächliches Merkmal ist und desshalb leicht zu Irrthümern Veranlassung gibt.

§. 293.

Gehörformen. Diese Formen, welche beim Thierreiche so deutlich und je höher hinauf immer bedeutender, entschiedener und bestimmter auftreten, so dass beim Menschen zuletzt die Sprache als die höchste Gehörform erscheint, sind bei den Pflanzen als ein Ergebniss des Lebens gar nicht vorhanden, wenn man das Geräusch, welches manche Früchte bei ihrem Aufspringen machen, nicht hierher rechnen will. Am auffallendsten ist diese Erscheinung bei Hura crepitans, deren büchsenartige Frucht bei völliger Reife mit einem bedeutenden Knalle zerspringt und den Samen von sich schleudert. Von einheimischen Gewächsen zeichnet sich besonders Dictamnus albus in dieser Beziehung aus, so dass die Samen 4 — 10 Fuss weit geworfen werden.

Ausserdem aber hat man das Geräusch, welches manche blattartige Organe (Strohblumen, die Hüllblätter der Centaureen u. s. w.) beim Anfühlen verursachen, mit in die Diagnosen aufgenommen und bezeichnet dasselbe mit raschelnd (scariosus). Hierher gehört aber auch noch das Geräusch, welches das wogende Schilf macht, und das verschiedenartige Rauschen der Baumwipfel in den Nadel- und Laubwäldern u. s. w., wenn der Wind durch dieselben weht.

§. 294.

Geruchsformen. Sie sind eben so überwiegend im Pflanzenreiche, als die vorhergehenden fehlen. Man hat indessen nur geringen Gebrauch von ihnen gemacht, so dass sie in streng systematischen Werken gar nicht mit aufgenommen sind. Auch ist die Bezeichnung für viele Geruchsdifferenzen noch sehr unbestimmt. Im Gebrauch sind folgende.

8 *

Allgemeine Geruchsformen: schwach (mitis), stark (graveolens), heftig (fragrans), betäubend (narcoticus), beissend (vellicans), ekelhaft (nauseosus), erstickend (suffocans), dumpfig (virosus), stinkend (foetidus), wohlriechend (odoratus), lieblich (suavis, gratus).

Besondere Geruchsformen: gewürzhaft (aromaticus), ambrosisch (ambrosiacus), bisamartig (moschatus), kampherartig (camphoratus), terpentinartig (terebinthinaceus), sauer (acidus), weinartig (vinosus), veilchenartig (violaceus), rosig (rosaceus), schimmelig (mucidus), bockig (hircinus), harnartig (urinosus), wanzenartig (cimicinus), knoblauchartig (alliaceus) u. s. w. Die letztern lassen sich noch sehr bedeutend vermehren und bei deren Gebrauch ist Niemanden eine Schranke gesetzt. Alle Geruchsformen sind luftförmig, also massig.

§. 295.

Geschmacksformen. Auch von den Geschmacksformen wird nur ein sehr untergeordneter Gebrauch für die Wissenschaft gemacht. Alle Geschmacksformen sind tropfbarflüssig; starre und luftförmige Körper schmecken wir nur in so fern, als sie auflöslich sind. Indessen kommen manche Geschmacksformen mit den gleichnamigen Geruchsformen überein und beide Formarten werden dann gleichartig empfunden, wie z. B. knoblauchartig, ekelig, wanzenartig, gewürzhaft, faulig (putridus), krautartig (herbaceus) u. s. w. Ausserdem aber unterscheidet man folgende Geschmacksformen: wässerig (aquosus), salzig (salinus), sauer (acidus), alkalisch (alcalinus), bitter (amarus), süss (dulcis), herb (austerus), zusammenziehend (adstringens), scharf (acris), wärmend (calescens), kältend (refrigerans), ätzend (corrosivus), durchdringend (penetrans), schleimig (mucilaginosus), ölig (oleosus), mild (mitis), dauernd (perdurans), verschwindend (evanescens) u. s. w.

§. 296.

Gefühlsformen, Tastformen. Bei sehr entwickeltem Tastvermögen kann es der Mensch allerdings dahin bringen, dass er Körperformen, welche dem Tastsinne zugänglich sind, ziemlich genau unterscheiden lerne. Ja, es gibt sogar gewisse Formen, welche man mit den Fingerspitzen leichter und verständlicher wahrnimmt, als mit dem blossen Auge. Solche Formen sind es nun auch, welche in die wissenschaftliche Sprache der Botanik eingeführt worden sind, wie z. B. weich (mollis), hart (durus), sammetartig (holosericeus), rauh (hirtus), scharf (asper), ste-

chend (spinescens), schneidendscharf (acutus) z. B. bei Carex acuta, kleberig (viscidus) und andere, welche schon oben erwähnt sind.

§. 297.

Einschaltend erwähne ich hier noch die **Zahlformen.** Wie die geometrischen, so haben auch die Zahlformen in der Botanik nur einen relativen Werth. Dennoch ist es überraschend, dass manche Pflanzengruppen sich durch eine bei ihnen vorwaltende — nicht absolut herrschende Grundzahl auszeichnen, so die Vierzahl (numerus quaternarius) bei der Zellenbildung (Protococcus, Tetraspora, Flechtensporen, Pilzsporen, die Vierlingsfrüchte der Tange, die Zähne der Moose u. s. w.), die Dreizahl (n. ternarius) in den Stengelecken und den Blumentheilen der Monocotyledonen, die Fünfzahl (n. quinarius), bei sehr vielen Dicotyledonen.

Noch wichtiger aber, wie hier in den Körperformen, ist der Einfluss der Zahl bei den Stoffformen, die man sogar durch die blosse Zahl, welche das relative Mischungsverhältniss der Stoffe — das Aequivalent — bedeutet, auszudrücken gewohnt ist, und dadurch ein scharfes Unterscheidungszeichen gewonnen hat. Der Grund liegt darin, dass, je unkörperlicher die bewegten Theilchen und je gleichartiger das Medium der Bewegung ist, um so weniger Störungen bei den Bildungen vorkommen (§. 262). Genauere Auskunft über diese Verhältnisse gibt die Stöchiometrie, welche den mathematischen Theil der Chemie bildet.

Zweites Buch.

Stoffformen des Pflanzenlebens.

§. 298.

Diese Formen werden theils von der Physik, theils von der Chemie gelehrt. Wir haben dieselben nur hier zu erwähnen, in wie fern sie Einfluss auf das Pflanzenleben haben und in wie fern daher von denselben etwa besondere Seiten in Betracht kommen, welche von der Chemie in ihrer jetzigen Gestalt nicht genügend berücksichtigt worden sind.

Alle Stoffformen sind an sich nicht wahrnehmbar; wir bekommen von ihrer Erscheinung erst Notiz, wenn sie sich zu

Massen formen und verkörpern. Es ist daher absurd von organischen oder unorganischen Stoffen zu reden, wenn mit dieser Benennung der Sinn verbunden wird, welcher organischen und unorganischen Körpern zukommt. Denn der Stoff ist an sich weder organisch noch unorganisch. Man kann demnach nur in so fern von einem organischen Stoffe reden, als man darunter einen solchen versteht, welcher der Organisation fähig, d. i. zur Bildung eines Organismus verwandt werden kann. Der Stoff hat also dadurch, dass man ihn organisch oder unorganisch nennt, durchaus an sich weder organische noch unorganische Bedeutung und es ist in solchem Falle ein ähnliches Verhältniss, wie mit den Benennungen „Kartoffelwagen, Rübenwagen, Töpferwagen, Heuwagen, Oelmühle, Glashütte“ u. s. w. Alle diese Benennungen sind dadurch doppelsinnig geworden, dass ihnen der Brauch eine andere Bedeutung gegeben, als sie ursprünglich nach dem Sprachgenius haben. Es ist aber ganz dasselbe, wie wenn Jemand sich „Lederner Handschuhmacher“ oder „Grüner Seifenfabrikant“ nennt, oder wenn *Emil du Bois-Reymond* von „anorganischen Naturforschern“ spricht, was unser Sprachgefühl beleidigt, während wir in demselben Augenblicke uns nicht bedenken von Wasservögeln, Kalkpflanzen, Heupferden, Wasserstiefeln, Schneehühnern u. s. w. zu reden. Ich habe aber nicht bloss gegen den Gebrauch der Ausdrücke „organischer“ oder „unorganischer Stoff“, sondern auch gegen die falsche Deutung, die man jenen bisher gegeben (ich nehme mich dabei selbst nicht aus), mich aussprechen wollen. Denn jede doppelsinnige Bedeutung eines Wortes ist als eine logische Unvollkommenheit der Sprache zu bezeichnen, und ich glaubte darauf aufmerksam machen zu müssen, dass es gerade Sache der Wissenschaft ist, Fehler, welche die Gewöhnung und der Volksgebrauch gutheisst, von sich fern zu halten. Aus diesem Grunde werde ich mich auch jener gerügten Ausdrücke enthalten.

§. 299.

Ich habe schon mehrmals gesagt, dass die Stoffformen an sich nicht sinnlich wahrnehmbar sind. Wir würden daher gar keine Kenntniss von ihnen haben, wenn diejenigen Bewegungen, welche den Stoffformen eigenthümlich zukommen, nicht eine grössere Ausdehnung hätten und zwar eine solche, welche in die sichtbare Körperbewegung hinübergreift. Erst aus den Differenzen, welche die Stoffe in der Körperbewegung hervorbringen, lernen wir sie kennen und unterscheiden. Alle unsere Kenntniss

der Stoffe ist daher nur eine abgeleitete, eine mittelbare, nicht unmittelbare, und der Chemiker geht jedesmal bei seinen Untersuchungen stillschweigend (unbewusst) von der Prämisse aus, dass die Differenz der Stoffbewegung an sich auch eine Differenz in der Körperbewegung hervorrufe, welche die Resultirende von jener sei, daher die Differenz der Stoffe nie anders festgestellt wird, auch nicht anders festgestellt werden kann, als durch eine rückgehende Schlussfolge, welche von der Körperveränderung hergeleitet wird, und der Chemiker hat sich an dieses Verfahren so gewöhnt, als wenn es sich von selbst verstünde. Weil es aber bisher Niemanden eingefallen ist, an die oben genannte Prämisse wirklich zu denken, vielmehr dieselbe immer unbewusst einer amphibolischen Behandlung unterworfen wurde, indem man sie einmal als Etwas ansah, das sich von selbst verstehe, das andere Mal aber, als wäre es gar nicht da, so ist es erklärlich, dass man so allgemein mit einer solchen Sicherheit von „organischen“ und „unorganischen Stoffen“, so wie von „organischer“ und „unorganischer“ Chemie redet, ja, dass man sogar angefangen hat, die Chemiker selbst in „organische“ und „unorganische Chemiker“ einzutheilen. Solche Absurditäten rühren nur von der Vermengung der Stoffform mit der sinnlich wahrnehmbaren Körperform her.

Die Kritik des bisherigen Verfahrens in einzelnen Fällen wird die Nothwendigkeit der Anerkennung dieses Unterschiedes, auf den auch *Schleiden* („Grundzüge der wissenschaftlichen Botanik“. 3. Aufl. I, S. 61) grossen Werth legt, noch deutlicher herausstellen. Man findet es ganz in der Ordnung, Carbon, Oxygen, Nitrogen und Hydrogen als verschiedene Stoffe zu betrachten, nicht weil man sie als Stoffe kennen gelernt hat, sondern weil die Körpermassen, in welchen man sie als allein darin anwesend annimmt, von einander differiren. In demselben Augenblicke aber, in welchem man diesen Schluss von dem Körper auf den Stoff macht, vergisst man schon wieder, dass man ihn gemacht hat, hält daher Körper und Stoff für einerlei und verwechselt sie dadurch beständig mit einander. Man betrachtet den Körper und meint, dass dieser der Stoff selbst, den man kurz vorher erschlossen hat, sei. Daher kommt es, dass man bei der Eintheilung der Elemente in gasförmige, tropfbare und starre es ebenso vergisst, dass man Körperformen und keine Stoffformen eingetheilt habe, dass man vergisst, dass der Diamant und Graphit Mineralformen, aber keine Stoffformen sind, und dass Niemand an den Widerspruch denkt, wenn man von der Dimorphie des Kohlen-

stoffs spricht. Während man aber hier von einer Dimorphie spricht, findet man es wieder ganz in der Ordnung, dass der Kohlenstoff in der Kohlensäure gasförmig erscheint, und so wenig man ihm dadurch eine Dreigestalt beilegt, so wenig legt man dem Sauerstoff eine Zweigestalt bei, wenn derselbe, der bisherigen Meinung nach, seine Gasform durch Verbindung mit einem Metalle in eine starre Form umändert. Ueberall begegnet man solchen logischen Widersprüchen in der Chemie. Es war daher sehr nöthig, wiederholt darauf aufmerksam zu machen und durch sie daran zu erinnern, dass die Stoffformen (wenn sie überhaupt für uns erschliessbar sind) nur aus den Körperformen erschlossen werden können, dass aber darum die Körperformen nicht für die Stoffformen selbst genommen werden dürfen, was zu Absurditäten führt, daher man auch von einer „Dimorphie des Kohlenstoffs" so wenig reden darf, als von „organisirter Kieselsäure", „organisirtem Zellenstoff" u. s. w. Auch den Bergkrystall als „krystallisirte Kieselsäure" zu bezeichnen, ist unrichtig, weil Kieselsäure der Name des Stoffes, und keines Körpers, ist, die Krystallform aber Körpern und nicht Stoffen zukommt. Ist aber von Krystallen, Kieselhäuten, Kieselzellen, Stärkezellen u. s. w. die Rede, so sind damit Körperformen gemeint, welchen jene Stoffformen zu Grunde liegen. Ich bitte daher meine Leser bei Erörterungen über die Stoffverhältnisse stets daran zu denken, dass dieselben an Körperformen vorgenommen werden. Dass man, streng genommen, die Stoffformen auch Körperformen nennen kann, weil sie Grössen sind, denen man eine Ausdehnung nach den drei Dimensionen beilegen muss, leuchtet ein; daher muss ich auch hier noch besonders erklären, dass ich unter Körperformen, gegenüber den Stoffformen, diejenigen Körpergrössen meine, deren sinnliche Wahrnehmung möglich ist. Diese Vorstellungsweise von der Körperform geht auch schon aus den im §. 256 enthaltenen Erörterungen hervor. Auch darf nicht übersehen werden, dass in einer naturhistorischen Arbeit nur solche Körper in Betracht kommen können, welche in einem gewissen Umfange schon bestimmt sind, oder bestimmt werden.

Sollte ich aber irgendwo bei der Darlegung der Stoffformen mich aus alter Gewohnheit eines Ausdrucks bedienen, welcher der oben begründeten Vorstellung gemäss nicht richtig wäre, so bitte ich den Leser denselben zu verbessern.

Verzeichniss der Grundstoffe.

§. 300.

Carbon oder Kohlenstoff (= C.), Wasserstoff (= H.), Sauerstoff (= O.), Stickstoff (= N.), Chlor (= Cl.), Brom (= Br.), Jodin (= J.), Schwefel (= S.), Phosphor (= P.), Kiesel oder Silicium (= Si.), Kalium (= K.), Natrium (= Na.), Calcium (= Ca.), Magnium (= Mg.), Aluminium (= Al.), Eisen (= Fe.), Mangan (= Mn.), Kupfer (= Cu.), Blei (= Pb.), Silber (= Ag.); endlich der Aether (ohne Symbol).

Diese genannten Stoffe kommen unter sehr verschiedenen Verhältnissen in den Pflanzen vor und ihre Bewegungen bilden die Erscheinungen des Pflanzenkörpers.

Wir unterscheiden diese Erscheinungen in 1) substanzielle und 2) substanzlose. Die erstern sind an sich wahrnehmbar (wägbar, tastbar, hörbar, riechbar), die substanziosen dagegen treten für uns nur an den Substanzen in die Erscheinung, nicht an sich selbst, sie sind daher nicht tastbar, hörbar, riechbar; sie werden durch die Aetherbewegungen hervorgerufen, während die substanziellen Erscheinungen durch Bewegungen der andern (chemischen) Grundstoffe erzeugt werden. Dagegen sind Substanzen nicht unmittelbar sichtbar, sondern sie werden es erst durch Vermittelung der Aetherschwingungen.

Weil nun kein einziges sinnliches Lebenszeichen in der Pflanzenwelt ohne Licht, Wärme, Electricität — und vielleicht auch ohne Magnetismus — existirt, weil ferner alle übrige Stoff-, Massen- und Körperbildung stets von denselben untastbaren Erscheinungen begleitet wird, so nehme ich die Aetherbewegungen (§. 257) als diejenigen, welche alle übrigen Stoff-, Massen- und Körperbildungen erst erzeugen; ich betrachte sie als diejenigen, welche die Pflanzenbewegungen (= Pflanzenformen) anregen und beherrschen, und mache darum mit ihnen den Anfang.

a) Aetherformen.

§. 301.

Unter den Aethererscheinungen treten besonders die des Lichtes in grösster Mannigfaltigkeit auf und sie sind es auch namentlich, welche den körperlichen Formen ihren grössten Schmuck, ihre wahre Schönheit verleihen. Man beraube die Pflanzenwelt

ihres Farbenlichtes und Niemand wird sie noch schön nennen können; Jedermann legt daher auch bei Betrachtung einer nicht colorirten Abbildung durch die Phantasie die mangelnden Farben hinzu. Nichts ist hässlicher, als ein schlecht oder unsauber colorirtes Pflanzenbild; daher schwarze Bilder vor solchen immer noch den Vorzug haben.

§. 302.

Aus diesen Betrachtungen folgt, dass die vorherrschende und die Schönheit der Pflanze bedingende Form ein Lichtkleid, ein Aetherkleid ist, nicht bloss äusserlich angethan, sondern gewoben um alle Theilchen des Pflanzenkörpers.

§. 303.

Die Pflanzenfarben sind die Differentiale des Lichtkleides, hervorgerufen durch die Textur der substanziell-verkörperten Pflanzenstoffe. Diese letztern stimmen darin überein, dass sie alles Licht nur mit einem gemässigten, dem Auge wohlthuenden, nicht dasselbe blendenden Glanze ausstrahlen.

§. 304.

So hätte also jede Pflanze einen doppelten Körper, einen concret-schweren, von substanziellem Stoffe gebildeten — Massenkörper — und einen leichten, gewichtlosen, aus dem Himmelsäther gewebten — Lichtkörper. Dieser Lichtkörper ist es eigentlich, mit dem wir es vorzugsweise zu thun haben, wenn wir die Pflanzen mit den Augen — und nicht zugleich mit den Fingern — betasten oder betrachten. Dieser Lichtkörper abgezogen, erscheint in der That wie die Seele der Pflanze, welche nach innen wie nach aussen hin thätig ist; nach innen, indem sie die substanzielle Erscheinung der Pflanze bildet und beherrscht; nach aussen, indem sie das Pflanzenbild mit den andern Bildern verwebt und verknüpft. Denn einen Lichtkörper hat jeder sichtbare Körper, weil er ohne denselben nicht sichtbar wäre, also auch der Mensch. Dieser Lichtkörper ist nichts Eingebildetes, kein Phantasma, sondern etwas wirklich Existirendes, etwas Wahrnehmbares.

§. 305.

Wenn nun der Lichtkörper, den wir oben mit Pflanzenseele bezeichnet haben, seine Richtigkeit hat, so folgt aber daraus noch nicht, dass die Pflanzen-, Thier- und Menschenseelen gleich wären. Es sind so wenig zwei Pflanzenseelen und zwei Men-

schenseelen sich gleich, als ihre concrete Körpergestalt, der sie angehören. Aber um auf einen wichtigen Umstand nochmals aufmerksam zu machen, weise ich zurück auf §. 272, wo ich gesagt habe, dass jede höhere Form die niedere in sich aufnimmt. Ich will das nicht in beschränkter, sondern in ausgedehntester Weise verstanden wissen.

§. 306.

Dann folgt aber daraus, dass der Mensch, als das höchste Resultat der Schöpfung, alle niedern Schöpfungsformen in sich vereinigt, dadurch aber auch in unmittelbarem Besitz derselben ist. Diese eigenthümliche natürliche Bildungsstufe setzt ihn in Stand nach aussen zu wirken und in dieser Thätigkeit auf Dinge zu stossen, welche ihm alle darum verständlich sind, weil er ein Aequivalent, ein Vergleichungsmittel für sie in sich selbst besitzt. Die Aetherbewegungen, welche im Innern der Pflanze nur die einfache Richtung haben, von welcher die Bildung der substanziellen Tastform resultirt, erheben sich im Menschen zu einem obersten System der abgezogensten Formen, welche die Resultirende seines höchst entwickelten substanziellen Tastkörpers — des Mikrokosmos — und seines Aetherkörpers ist. In diesen abgezogensten Formen ist sogar die Aethermaterie abgestreift, weil selbst diese noch zu schwer für diese reinen Bewegungen ist. Diese reinen Bewegungen, die Resultirende des gesammten Menschenlebens, sind des Menschen immaterieller geistiger Leib, seine Gedanken, welche ihn eben so fest mit seinem Gott verknüpfen, wie seinen Aetherleib mit der Welt.

§. 307.

So hat der Mensch noch eine Gedankenseele neben seiner Lichtseele. Und während ihn diese durch ihre leichten Aetherschwingen mit den entferntesten Welten verbindet, und dadurch an Zeit und Raum bindet, kennt die Gedankenseele keine zeitlichräumliche Fessel, so dass sie in ihrem Fluge stets über der Licht- und substanziellen Welt schwebt.

§. 308.

So sind es die Aetherschwingen, welche den Lichtkörper des Menschen mit den übrigen Lichtkörpern in Verbindung bringen, und so ist es seine Lichtseele, welche seiner Gedankenseele den Stoff zur geistigen Behandlung überträgt, damit diese sich durch Bethätigung entwickele, dadurch von sich selbst er-

fahre, wisse, und der Mensch sich und die Welt denken lerne; denn diese äussern Lichtkörper sind es wieder, welche das Weltgefühl, das Weltbewusstsein in ihm anregen, kräftigen und befestigen. Dadurch dass er sich weiss, ist er erst in seinem Besitz und somit im Besitz der Welt, er fühlt und weiss sich nun als Mikrokosmos. Ein Mensch, dem die Sinne verschlossen sind, kann auch keinen Gedanken entwickeln.

§. 309.

Kehren wir nun nach diesen ausschweifenden, aber zum richtigen Verständniss manches Vorausgesandten und noch Folgenden nothwendigen Erörterungen der wichtigsten Vorgänge zwischen dem Menschen und der Natur zurück, so folgt, dass, wenn die Pflanze, wirklich ein Lichtkleid hat — was zu bestreiten auch wol Niemanden beikommen möchte —, unter diesem Lichtkleide nicht bloss die farbigen, sondern auch die geometrischen Lichtformen mit abzuhandeln wären. Da diese letztern aber der genaueste Ueberzug der concreten Körperform sind, so stimmen sie mit den schon oben (§. 281—292) abgehandelten vollkommen überein.

Nur darüber könnte Zweifel sein, ob jene Formen nicht besser hier abzuhandeln gewesen wären, als dort, zumal da sie dort als Gesichtsformen aufgeführt werden. Aber da wir es dort mit dem concreten Körper, von dem der Lichtkörper erst die Resultirende ist, zu thun hatten, so rechtfertigt sich die Aufführung der genannten Formen an jener Stelle, und ihre Bezeichnung als Gesichtsformen hat dort nur den Werth eines systematischen Namens, der an jener Stelle durch den Eintheilungsgrund geboten war.

§. 310.

Darum will ich hier nur noch einige vergleichende Betrachtungen über den abgezogenen Lichtkörper der Pflanzen im Allgemeinen, und zuletzt noch Einiges über die Farben insbesondere folgen lassen. Ich habe oben den Lichtkörper der Pflanzen als Pflanzenseele bezeichnet. Darum war ich aber genöthigt, bei dem Menschen eine Licht- und eine Gedankenseele zu unterscheiden.

§. 311.

Es ist klar, dass sonach jedem concreten Dinge eine Lichtseele zukommt, mittelst welcher es nur in die Lichterscheinung treten kann.

Dass diese Lichtseele etwas wirklich Existirendes ist, dass sie selbst abgezogen vom concreten Gegenstande für sich noch

eine Zeitlang vorhanden ist und durch die Aetherschwingen in dem Auge in ununterbrochener Schwebe gehalten wird, beweist das Abklingen lebhafter Bilder in unsern Augen, wenn wir dieselben plötzlich schliessen.

§. 312.

„Wer auf ein Fensterkreuz, das einen dämmernden Himmel zum Hintergrunde hat, Morgens beim Erwachen, wenn das Auge besonders empfänglich ist, scharf hinblickt und sodann die Augen schliesst, oder gegen einen ganz dunklen Ort hinsieht, wird ein schwarzes Kreuz auf hellem Grunde noch eine Weile vor sich sehen". *(Goethe.)* — Geht man im Walde, wo alles grün ist, oder hat man lange Zeit das Grün einer Wiese angeblickt und man wendet das Auge auf den grauen Fahr- oder Fussweg, so erscheint derselbe roth; — blickt man durch ein grünes Glas einige Zeit auf ein Schneefeld, so wird man dasselbe ohne Glas nachher rosenroth gefärbt finden; ein rothes Glas ruft dagegen die grüne Farbe hervor u. s. w. Die Sache ist nämlich die, dass die Thätigkeit einer objectiven Farbe im Auge die subjective Farbe, welche jedesmal der Gegensatz der vorigen ist, hervorruft, wenn das Object entfernt wird, welches, vorausgesetzt, dass die Lehre von der Zusammensetzung des reinen Lichts aus den drei Grundfarben (Blau, Roth, Gelb) richtig ist, auf folgende Weise eine Erklärung fände:

Im Auge ist das Licht in seiner Reinheit, also keine Farbe überwiegend, anzunehmen. Das Augenlicht wird aber beim Sehen in doppelter Weise bewegt, einmal für die geometrische Form — das ganze neutrale Licht —, für welche daher sämmtliche Farben in Schwingungen gerathen, und das andere Mal für die Farbe, wofür nur diejenigen in Anspruch genommen werden, die mit der Farbe des Objects übereinstimmen. Ist nun das Object grün, so ist das blaue und gelbe Augenlicht in doppelter Thätigkeit gewesen, während das rothe nur einfach (für die geometrische Form) geschäftig war, daher jene Lichter beim Wegblicken bald ermatten, erblassen, während dieses (rothe) noch einige Zeit nachschwingt. Dieses Nachschwingen des Lichtbildes im Auge ist dasselbe wie das Nachklingen eines Tones im Ohr, daher auch *Goethe* die Erscheinung der subjectiven Lichtbilder als Abklänge der objectiven bezeichnet.

§. 313.

Vor *Goethe* hielt man diese Erscheinungen für krankhafte

Erzeugnisse des Auges, daher nannte sie *Hamberger* „vitia fugitiva“, *Darwin* dagegen „ocular-spectra“.

Wenn ein Ausdruck wie Spectrum, die Erscheinung an sich, das Gespenst, eine wirkliche Bedeutung haben soll, so kann es nur die sein, dass man das abgezogene Lichtbild oder, wenn man will, die Lichtseele eines concreten Objects damit bezeichnet. Demnach sind Gespenstererscheinungen von allen concreten Körpern, Menschen, Thieren, Pflanzen, Mineralien u. s. w., nicht nur etwas Mögliches, sondern etwas sehr Natürliches. Nur darf man diese Gespensterseherei nicht in Geisterseherei verkehren wollen, was absurd ist.

§. 314.

Ebenso müssen wir uns hüten, diese subjectiven Lichtbilder für objective zu halten, d. i. ein Gespenst für eine ausser uns befindliche physikalische Erscheinung anzusehen, wie das der Fall bei *Meyen* gewesen ist, welcher das sogenannte „blitzähnliche Leuchten“ gewisser (meist feuerrother) Blumen im Sommer bei Abendzeit als ein „Product des intensivsten Lebensprocesses“ bezeichnet. *Link* hat ganz recht, wenn er sagt: „Keiner hat es gesehen, der nicht Gespenster sieht“ („Grundlehren der Kräuterkunde“, II, 345). Denn wenn man genau zusehen will, da ist die Erscheinung jedesmal fort.

§. 315.

Goethe hat schon 1799 die Erklärung dieser Erscheinungen gegeben. In seiner Farbenlehre („Physiologische Farben“, §. 54) berichtet er: „Am 19. Juni 1799, als ich zu später Abendzeit, bei der in eine klare Nacht übergehenden Dämmerung, mit einem Freunde im Garten auf- und abging, bemerkten wir sehr deutlich an den Blumen des orientalischen Mohnes, die vor allen andern eine sehr mächtig rothe Farbe haben, etwas Flammenähnliches, das sich in ihrer Nähe zeigte. Wir stellten uns vor die Pflanzen hin, sahen aufmerksam darauf, konnten aber nichts weiter bemerken, bis uns endlich, bei abermaligem Hin- und Wiedergehen, gelang, indem wir seitwärts darauf blickten (schielten), die Erscheinung so oft zu wiederholen, als uns beliebte. Es zeigte sich, dass es ein physiologisches Farbenphänomen, und der scheinbare Blitz eigentlich das Scheinbild der Blume, in der geforderten blaugrünen Farbe sei.“ Seitdem ich mit dieser *Goethe'schen* Darstellung bekannt bin, stellt sich mir beim Besuch der Gärten unter den angegebenen Umständen das Phänomen so

häufig und unwillkürlich dar, dass es mir schon lästig geworden ist, während ich früher, wo ich nicht darauf achtete, Nichts davon gewahr wurde.

§. 316.

Nach dieser gründlichen *Goethe'schen* Darstellung wird man mir wol gestatten, dass ich absichtlich die Aussagen und die Zeugnisse eines erschrockenen Mädchens und anderer ungründlicher Gespenterseher, die sich bandwurmartig durch die botanischen Schriften ziehen und dieselben verunzieren, übergehe.

§. 317.

Ich muss aber auch noch bemerken, dass es mir mit dem Leuchten des faulen Holzes ähnlich geht; denn ich sehe den hellen Schein desselben nur an der Weissfäule, wenn ich längere Zeit in einer mässigen Dunkelheit gegangen bin, dabei fortwährend dunklere Gegenstände vor mir gehabt habe und dann mehr blinzelnd und schielend auf das weisse faule Holz blicke. Sehe ich dagegen das letztere in der Nähe genauer an, so ist's jedesmal mit dem sogenannten „Leuchten“ aus. Wie uns am Tage stark beleuchtete helle Gegenstände anblitzen und blenden, wenn wir aus mässig hellen Localen treten, so blitzt oder leuchtet uns ein weisser Gegenstand, also auch weissfaules Holz im Dunkeln entgegen. Das Leuchten des weissfaulen Holzes ist also ebenso eine subjective als objective Erscheinung. Wenn das Leuchten einen besondern objectiv-physikalischen Grund hätte, wie beim Johanniswürmchen, den Leuchtinfusorien u. s. w., wenn, wie *Schleiden* (Grundzüge, II, S. 539) vermuthet, ein chemischer Process, eine langsame Verbrennung, die unmittelbare Ursache des Leuchtens wäre, dann sehe ich nicht ein, warum es nicht auch bei der Dunkelfäule des Holzes, wo doch der Zersetzungsprocess jedenfalls energischer vor sich geht, vorkommen sollte. Aber bei dunkelfaulem Holze hat noch Niemand das „Leuchten“ bemerkt.

§. 318.

Auf faulem Holze wachsen aber auch Symploca lucifuga (vergl. meine „Tabulae phycologicae“, I. Tab. 75), Symphyosiphon Hofmanni und andere Oscillarineen, die sämmtlich nicht leuchten, aber durch ihren Standort auf faulem weissen Holze jedenfalls Veranlassung zu dem Märchen von leuchtenden Oscillatorien gegeben haben.

Ob das Leuchten der weisslichen Spitzen des Thallus von

Rhizomorpha subterranea, welches *A. v. Humboldt* zuerst beobachtete, ebenfalls hieher gehört, weiss ich nicht.

§. 319.

Um künftigen Täuschungen andererseits vorzubeugen, theile ich noch eine Selbstbeobachtung mit. Bei meinem Aufenthalte in Spalatro (Dalmatien) hatte ich in meinem Schlafzimmer eine ziemliche Quantität von Chaetomorpha dalmatica, die ich einige Stunden vorher aus dem Meere gezogen, zum Trocknen frei aufgehangen. Als ich beim Niederlegen und nach dem Verlöschen des Lichtes zufällig nach jener Alge hinblickte, sah ich an ihrer Stelle eine grosse Anzahl beweglicher stark leuchtender Punkte, die mich in das höchste Erstaunen setzten. Immer mehr kamen deren aber zum Vorschein, als ich die Alge in die Hand nahm und hin und her wandte. Eine genauere mikroskopische Untersuchung, die ich noch bei Lichte vornahm, überzeugte mich, dass kleine Leuchtthierchen die Ursache waren, welche zwischen den Fäden der Alge verborgen waren.

§. 320.

So hätte ich mich nur noch über die nähere Bestimmung und den Werth der verschiedenen Farbenlichter in der Botanik auszusprechen.

Alle nähern Farbenbestimmungen, welche im gewöhnlichen Verkehr vorkommen und hier zum Theil ziemlich genau sind, werden auch bei wissenschaftlichen Darstellungen benutzt. Ich kann daher die Kenntniss der gebräuchlichsten Grund- und Nebenbezeichnungen der Farben voraussetzen. Ihr Verstehen ist noch mehr als das anderer Grundformen an die unmittelbare Anschauung geknüpft; denn wer keine Gewürznelke, keine Kastanie und keinen gebrannten Kaffee gesehen hat, kennt auch den Unterschied nicht zwischen Nelkenbraun, Kastanienbraun und Kaffeebraun u. s. w.

§. 321.

Bei der Farbenbezeichnung der Pflanzentheile verhält es sich ähnlich, denn auch hier hat das gesellige Leben der Menschen eine solche Anzahl von Formen bestimmt, dass wir nur aus ihnen zu wählen haben, z. B. fleckig (maculosus), scheckig (variegatus), getüpfelt (punctatus), blatterfleckig (pustulatus), getigert (pictus), marmorirt (marmoratus) u. s. w., deren Bedeutung sogar von Personen gekannt ist, die weder Marmor, noch einen Tiger u. s. w. gesehen haben.

Diese Thatsache, dass das gesellige Leben hinreichend Gelegenheit gibt, sich über die Farbenbilder zu unterrichten, wird sogar von neuern Schriftstellern (*Schleiden*, *Endlicher* und *Unger*, *Link* in Phil. bot.) als etwas so Bekanntes vorausgesetzt, dass ihrer bei der Darstellung des Pflanzenlebens gar nicht, oder kaum einmal (bei *Link*, l. c., I, p. 15) gedacht wird.

Dass übrigens die Farbe (der Lichtkörper) eines Dinges leichter aufzufassen ist, als die geometrische Form desselben, beweist der Umstand, dass Kinder und alle Personen, welche sich nicht über räumliche Verhältnisse geläufig ausdrücken können, bei der Beschreibung eines Objects mit der Farbe anfangen und aufhören.

Wer sich über diese und noch viele andere, in der systematischen Botanik gebräuchliche, Vergleichungsformen besonders unterrichten will, dem empfehle ich 1) *Illiger's* „Versuch einer systematischen vollständigen Terminologie für das Thier- und Pflanzenreich". Helmstädt, 1800. 2) „Handbuch der botanischen Terminologie und Systemkunde von *Gottlieb Wilhelm Bischof*". Nürnberg, 1830. Oder auch dessen „Lehrbuch der Botanik". Stuttgart, 1839. Mit Abbildungen.

§. 322.

Electrische Strömungen in den Pflanzen, als solche, wirklich nachzuweisen, hat seine sehr grossen Schwierigkeiten. Dass sie vorkommen müssen, geht allerdings daraus hervor, dass Bewegungen in den Pflanzen vorhanden sind, welche sowol die chemischen als organischen Verbindungen erzeugen. Aber die Bewegungen finden nur in kleinen, unter sich nur schwach verbundenen Kreisen Statt, daher die, selbst einem grossen Organismus angehörende, electrische Gesammtbewegung nicht so bedeutend sein kann, dass sie mit unsern bisherigen Apparaten leicht nachweisbar wäre. Wo man sie aber bisher nachgewiesen hat, ist nicht die Gewissheit vorhanden, ob dieselbe auch wirklich dem besondern Pflanzenleben oder dem allgemeinen Naturleben angehöre. Dazu kommt aber auch, dass man bis jetzt sich nur wenig mit der Untersuchung der Electricität der Pflanzen befasst hat, und selbst die wenigen Versuche, welche einige Physiker angestellt haben, sind unter den Botanikern bisher noch gar nicht bekannt geworden.

Ich entlehne die hierher gehörigen Thatsachen der ausgezeichneten und schönen Arbeit *Emil du Bois-Reymond's* „Ueber

thierische Electricität" (Berlin 1848), weil mir die Originalabhandlungen der betreffenden Physiker nicht zur Hand sind.

§. 323.

Alexander Donné hat eine electrische Strömung bei Aepfeln, Birnen, Pfirsichen, Aprikosen und Pflaumen in der Richtung der Axe der Früchte beim Anlegen gleichartiger metallischer Multiplicatorenden nachgewiesen und seine Angaben werden durch *Emil du Bois-Reymond's* Versuche grösstentheils bestätigt.

Wenn die Multiplicatorenden an zwei Punkten des Aequators der Früchte oder eines Parallelkreises angelegt werden, so findet keine Strömung Statt. (Also werden dieselben an den Meridianpunkten, am besten vielleicht an den Polen, der Basis und der Spitze, angelegt werden müssen, was nicht ausdrücklich von *du B. R.* angegeben wird.) Bei den Birnen und Aepfeln findet eine Strömung von der „Knospe" (soll wol heissen vom Kelchende, oder der Spitze) zum Stiel (der Basis) in der Frucht, bei den Steinfrüchten aber in entgegengesetzter Richtung Statt. Die chemische Ungleichheit, welche vielleicht Anlass zu diesen Strömungen gibt, hat durch die Analyse nicht nachgewiesen werden können.

Schneidet man eine Pflaume quer in der Mitte durch und presst den Saft beider Hälften aus, so ergibt ein neuer Versuch, dass diese Strömungen zwischen den ausgepressten Saftmengen in der nämlichen Richtung fortbestehen; sie fehlen aber, wenn die Halbirung der Pflaume in die Länge ausgeführt wird.

Ebenso erhält man nach *Donné* einen Strom in einem Zweige, wenn man das eine Ende des Multiplicators unter der Rinde, das andere an dem Marke anbringt. (Annal. des sc. nat., 2. Série, t. I. 1834. Zoologie, p. 125. — Ann. de Chimie et de Phys., t. LVII, p. 398.)

§. 324.

James Blake berichtet, dass er durch den Vegetationsprocess eines Blattes einen electrischen Strom hervorgebracht habe. Das Blatt wurde mit seiner Lamina unter Wasser getaucht, der Stiel befand sich dagegen über dem Wasser und in ihm war das eine Platinaende des Multiplicators eingesenkt, während das andere Ende die obere Blattfläche unter dem Wasser berührte. Der Strom ging im Multiplicatordraht vom Stiel zur Lamina, war bei Tage stärker als bei Nacht, übrigens aber vom Licht unabhängig (?).

§. 325.

Beim Gähren der Bierwürze erhielt derselbe Physiker ebenfalls einen Strom. Er brachte eine Platinplatte mit der auf dem Boden befindlichen Hefeschicht in Berührung, während eine zweite Platte die Oberfläche der Flüssigkeit berührte und verband beide durch einen Multiplicator. So lange die Hefe am Boden lag, ging der Strom von unten nach oben, nahm anfangs zu, späterhin aber ab, und als die Hefe in Folge der Gährung oben aufstieg, kehrte derselbe sich um. Mit beendigter Gährung war auch der Strom vorüber. („The Philosophical Magazine." New Series. 1838, vol. XII, p. 539—541.)

§. 326.

Pouillet fand im J. 1825, dass die Kohle während des Verbrennens negativ electrisch wird, während die entweichende Kohlensäure positive Electricität hat. Diese Erscheinung glaubte derselbe auch bei dem Vegetationsprocess der Pflanzen wahrzunehmen. Er hatte nämlich allerhand Samen in mit Erde gefüllten Glasgefässen ausgesäet, deren Rand mit Schellack überzogen war. Während nun die Samen keimten, waren die Glasgefässe mit negativer Electricität geladen, welche sich durch den Condensator wahrnehmen liess. Daraus schloss *P.*, dass positiv electrisirte Kohlensäure entwichen sei, welcher ausserdem derselbe noch einen beträchtlichen Antheil an der Gewitterbildung zuschreibt. Aber *P.* hat hierbei nicht an den Umstand gedacht, dass humusreicher Erdboden durch allmälige Zersetzung und Einwirkung des Sauerstoffs der atmosphärischen Luft auch Kohlensäure entwickelt, und dass ferner grüne Pflanzentheile im Sonnenlichte mehr Sauerstoff als Kohlensäure aushauchen; auch entwickelt schon das blosse Verdunsten der Feuchtigkeit eines Blumentopfes Electricität; Erscheinungen, welche sämmtlich Berücksichtigung finden müssen, wenn solchen Versuchen einiger Werth beigelegt werden soll. Indessen geht doch aus diesen Versuchen so viel hervor, dass durch die verschiedenen Verdunstungs-, Verdichtungs- und Zersetzungsprocesse in und ausser der Pflanze diese auch überall, innerlich wie äusserlich, von electrischen Strömen umgeben ist und umgeben sein muss. Auch kann hierbei nicht sehr in Betracht kommen, ob die Electricität durch die chemische oder vegetabilisch-organische Bewegung in der Pflanze hervorgerufen werde, denn bei der Kleinheit der vegetabilischen Elementarorgane wird es uns nie gelingen die

eine Bewegung von der andern zu trennen oder eine jede zu isoliren, weil beide sich gegenseitig bedingen und daher zu einander gehören; und selbst wenn sie getrennt werden könnten, so dürfte nicht vergessen werden, dass ja eben auch die chemischen Zersetzungen und Verbindungen in und an der Pflanze dem Pflanzenleben selbst unmittelbar angehören.

Aber darauf müsste wol bei künftigen Versuchen Rücksicht genommen werden, ob der electrische Strom in den verschiedenen Zellengruppen auch ein verschiedener sei, ob er sich spalte wo die Holzbündel sich spalten und trennen, wie sein Verhältniss sei zu den Gliederungen und Verästelungen des Stammes, der Blätter u. s. w. Man sieht, dass hier noch viel Arbeit vorliegt, eine Arbeit, die sich in ihrer Grösse erst zeigen wird, wenn wir in diesen Forschungen etwas tiefer eingedrungen sind.

§. 327.

Die **Wärmebewegungen** in den Pflanzen sind öfter der Gegenstand der Untersuchung verschiedener Naturforscher gewesen. So viel aber nur ist gewiss, dass in einzelnen Fällen die Menge der entwickelten Wärme sehr bedeutend, in den meisten Fällen aber verschwindend klein ist. Die Ursache ist auch hier wol die chemische Bewegung, welche jeden Vegetationsact immer unmittelbar begleitet und von demselben unzertrennlich ist.

§. 328.

Die Fälle, wo entschieden eine höhere Temperatur beobachtet wird, sind folgende:

1) Bei der **Hefebildung** während der Gährung. Die Temperatur einer gährenden Zuckerlösung steigt mit der innern Thätigkeit derselben. Die Erhöhung der Temperatur durch die Gährung ist leicht bei der Maische, dem Biere u. s. w. zu beobachten. Die innere Thätigkeit einer gährenden Flüssigkeit besteht nun eines Theils in dem Zerfallen des Zuckers in Alkohol und Kohlensäure und in der Bildung von Hefe. In andern Fällen erklärt man sich die Bildung der Kohlensäure bei der Vegetation durch die langsame Verbrennung des Kohlenstoffs oder kohlenstoffhaltiger Verbindung im Sauerstoff der atmosphärischen Luft. Diese Erklärung kann hier keine Anwendung finden, weil, wie genaue Untersuchungen ergeben haben, die Kohlensäure bei der Gährung nicht auf diese Weise gebildet wird. Ob bei der Zersetzung des Zuckers Wärmeentwickelung stattfindet, ist wahrscheinlich, aber ebenso wahrscheinlich ist es auch, dass dabei die Hefebildung

ihren Antheil hat. Es lässt sich nun einmal bei der Gährung der Lebensprocess der Hefe nicht von der Alkoholbildung trennen.

2) **Oscillarien,** welche sehr schnell vegetiren und in grossen ausgebreiteten Massen auf dem Wasser schwimmend vorkommen, entwickeln ebenfalls eine eigene Wärme, so dass ihre Temperatur bisweilen 1—4 Grad höher ist, als die des umgebenden Wassers. In andern Fällen, namentlich bei trübem Wetter, wird eine solche Temperaturerhöhung nicht wahrgenommen. Auch bei schnell vegetirenden oben aufschwimmenden Conferven, Cladophoren und Zygnemen kommt eine geringe Temperaturerhöhung vor.

3) Es ist bekannt, dass **keimende Gerste** (beim Malzen) und vielleicht alle Phanerogamensamen, wenn sie beim Keimen in grösserer Menge beisammenliegen, eine beträchtliche Wärmemenge entwickeln. Dass hier die eigene Wärme nur bemerkt wird, wenn die vegetirenden Organismen in grosser Anzahl und dicht über einander liegen, während sie bei dem einzelnen Individuum so geringfügig ist, dass sie nicht zu messen ist, beweist, dass die geringe Menge der Eigenwärme der Individuen in der Vereinzelung zerstreut und der Umgebung sofort mitgetheilt wird.

4) Die **Bäume** zeigen in unserm Klima auch einen Wechsel der Temperatur, der mit dem der atmosphärischen Luft zwar in Verhältniss steht, doch so, dass die Temperaturdifferenzen viel geringer sind, wesshalb auch die Sommertemperatur der Bäume in ihrem Innern niedriger, die Wintertemperatur dagegen höher ist, als die der umgebenden Luft. *Schleiden* („Grundzüge der wissenschaftlichen Botanik", II. 3. Aufl., p. 535) gibt als wahrscheinlichen Grund dieser Erscheinung den Gang der Erdwärme in der Tiefe, in welcher sich die Wurzeln ausbreiten, an, von wo aus die Wärme theils durch den aufsteigenden Saft, theils durch die besondere Leitungsfähigkeit des Holzes der Länge nach in die obern Theile des Baumes verbreitet würde. Dass sie nicht wieder zerstreut werde, daran hindere theils die schlechte Leitungsfähigkeit des Holzes in die Quere, theils die Rinde des Holzes, welche ebenfalls ein schlechter Wärmeleiter sei.

Ich gebe zu, dass die angeführten Thatsachen, welche *S.* zum Theil aus den Untersuchungen *De la Rive's* und *Alph. De Candolle's* über die Wärmeleitungsfähigkeit des Holzes (*Poggendorff's* Ann., XIV, 590) geschöpft hat, in Betracht kommen müssen, ohne jedoch der organischen Bewegung im Innern des Baumes jeden Einfluss dabei abzusprechen.

5) *Lamarck* fand zuerst (1778, Flore franç. Tom. III), dass

Arum maculatum und A. italicum beim Blühen eine Wärme entwickele, welche die Temperatur der umgebenden atmosphärischen Luft bedeutend übersteige. Man kann wol annehmen, dass diese Erscheinung bei allen Aroideen, überhaupt bei allen denjenigen Pflanzen vorkommt, bei welchen die Blumen in grosser Anzahl dicht beisammen stehen und eine umhüllende Scheide die Wärmezerstreuung verhindert, wie der Bienenstock bei den Bienen. Sichere Beobachtungen hierüber sind an Arum dracunculus, A. cordifolium, Caladium pinnatifidum, Colocasia odora gemacht worden, welche wir besonders *Saussure, Göppert* („Ueber Wärmeentwickelung in den Pflanzen". Wien 1832), *Mulder, Vrolik* und *De Vriese* (Wiegm. Arch. 1836, II, p. 95) verdanken. Nach den Untersuchungen der letztern hat die Temperatur einen täglichen regelmässigen Gang und erreicht des Nachmittags zwischen 2—5 Uhr den höchsten Grad. Der Wärmeunterschied zwischen dem Kolben und der äussern Luft soll bis auf 20—30° R. steigen. Nach *Sprengel* („Grundzüge der wissenschaftlichen Pflanzenkunde", 1820, p. 315) soll auch Pandanus in der Blüte eine „bedeutende Hitze" erzeugen.

b) Chemische Stoffformen (Substanzen).

§. 329.

Wir betrachten hierbei nicht eigentlich die Stoffe oder Elemente, weil deren Betrachtung an sich nicht zugänglich ist, sondern diejenigen Körperformen, in welchen die Stoffe am reinsten verkörpert sind. Alle folgenden Erörterungen sind daher von Elementarkörpern und von Stoffverbindungen in ihrer Verkörperung hergenommen. Die einzige streng wissenschaftliche Formel, welche dem Ausdruck des wahren Wesens des Stoffs am nächsten kommt, ist die Zahl, welche das relative Mischungsgewicht angibt. Diese Zahl wird auch durch das Symbol vertreten, womit jedes einzelne Element in der Chemie bezeichnet wird. Der Ausdruck Substanz, welcher öfter vorkommen wird, bezeichnet die substanzielle Stoffform mit Inbegriff der Körperform.

1. Der Kohlenstoff. Er ist das wichtigste chemische Element im Pflanzenleben, weil keine Pflanze ohne denselben existirt Wenn man irgend eine Pflanze glühet bei Abschluss der atmosphärischen Luft, so bleibt der grösste Theil des Kohlenstoffs in einer schwarzen metallisch-glänzenden Substanz (Kohle) zurück, welche ihrer physikalischen Beschaffenheit nach zum Graphit gehört. Ist die Pflanzensubstanz weich, gallertartig oder schleimig,

so bildet die zurückbleibende Kohle eine geflossene blasige Masse, bei der alle frühere organische Structur verloren gegangen ist. Ist die Pflanzensubstanz aber hart (holzig, steinig), so hat die zurückbleibende Kohle noch ganz die Form des verkohlten Körpers und man kann mit dem Mikroskope selbst noch die zellige Structur erkennen. — Bei der Braun- und Steinkohle, so wie auch beim Torf hat sich die Kohle durch freiwillige Zersetzung ausgeschieden; auch kann man, mit Ausnahme der Steinkohle, die Substanz noch auf ihre Structur mikroskopisch untersuchen. Der Kohlenstoff bildet mit Sauerstoff die Kleesäure ($C_2\ O_3$) und Kohlensäure (CO_2), welche beide in den Pflanzen vorkommen. Letztere wird meist ausgehaucht, besonders von Pilzen und reifen Früchten (Aepfeln, Birnen).

§. 330.

2. **Wasserstoff** ist ebenfalls in allen Pflanzen enthalten und er geht beim Verkohlen und Zersetzen derselben theils als Kohlenwasserstoffverbindung, theils mit Sauerstoff vereinigt als Wasser fort. Die Pilze sollen Wasserstoff aushauchen.

§. 331.

3. **Der Sauerstoff.** Er ist der dritte allgemeine Stoff, welcher zur Bildung der Pflanzensubstanz unumgänglich nothwendig ist und macht daher einen wesentlichen Bestandtheil derselben aus. Er kommt durch Zersetzung gewisser Verbindungen auch frei in Gasform in den Pflanzen vor; namentlich entwickeln die Pflanzen viel Sauerstoffgas, wenn das Sonnenlicht auf dieselben einwirkt, und es scheidet sich theils an der Aussenseite derselben aus, theils sammelt es sich in besondern Luftbehältern, Zellen, Blasen u. s. w., worin es aber gewöhnlich noch mit Stickstoffgas oder mit Kohlensäuregas gemischt ist.

§. 332.

4. **Der Stickstoff** ist das letzte Element, welches allgemeinen Antheil am Pflanzenleben hat. Ich kenne indessen einige Fälle, z. B. beim Traganth, wo in einer entschiedenen Pflanzenbildung kein Stickstoff vorhanden ist. Ob er in Gasform wirklich von den Pilzen ausgeströmt wird, wie man in vielen botanischen Lehrbüchern angegeben findet, darüber müssten wol neuere Versuche entscheiden.

§. 333.

Die folgenden Elemente kommen nicht in allen Pflanzen vor.

Manche von ihnen sind an gewisse Pflanzen gewiesen, bei denen sie auch einen constanten und zum Leben nothwendigen Bestandtheil ausmachen, andere dagegen sind meist nur als zufällige Bestandtheile zu betrachten.

5. Das Chlor ist nicht frei in den Pflanzen enthalten, sondern in Verbindung mit Metallen. Mit Natrium verbunden ist es in allen Meeresgewächsen, Seestrandspflanzen, den Pflanzen der Salzsteppen und allen auf salzigem Boden vorkommenden Gewächsen enthalten. Als Chlorkalium kommt es auch in sehr vielen andern Gewächsen des Binnenlandes vor.

§. 334.

6. Das Jodin ist ebenfalls an Natrium und noch andere Leichtmetalle gebunden in den Pflanzen enthalten und man kann es wie das Brom als einen fast beständigen Begleiter des Chlors ansehen. Am reichhaltigsten sind die Algen des Mittelmeeres mit Jodin versehen, weniger die der Nordsee, die dagegen Brom enthalten. Früher glaubte man überhaupt, dass das Jodin nur in Meeresgewächsen oder sogenannten Salzpflanzen enthalten sei, aber *Van der Marck* wies es im J. 1848 in Jungermannia albicans nach, welche einen eigentlichen jodartigen Geruch besitzt (Journ. de Chim. méd., 1848, Juin, 310. — *Erdm.* Journ., 1848, No. 12, 244). Schon früher hatte es *Müller* auch in der Brunnenkresse (Nasturtium officinale) nachgewiesen, was vor Kurzem nicht nur von *Chatin* bestätigt worden, sondern derselbe Chemiker hat es auch noch in grösserer oder geringerer Quantität in vielen Süsswassergewächsen und Sumpfpflanzen aufgefunden, wie z. B. in Caltha palustris, Carex paludosa, C. cespitosa, Villarsia Nymphoides, Nelumbium luteum (aus Nordamerika), Nelumbium speciosum (Asien), Nymphaea Lotos (Aegypten), Myriophyllum verticillatum, Ceratophyllum submersum und demersum, Potamogeton crispus und pectinatus, Nymphaea alba und lutea, Phragmites communis, Scirpus lacustris, Typha angustifolia und minima, Litorella lacustris, Ranunculus fluviatilis und aquatilis, Sagittaria sagittifolia, Chara foetida, Conferva, Lemna minor, Callitriche, Glyceria fluitans, Fontinalis antipyretica, Iris pseud-Acorus, Gratiola Menyanthes, Stratiotes, Veronica Beccabunga, Phellandrium aquaticum, Scrophularia aquatica und mehrern anderen. — Von Landpflanzen, welche Jodin enthalten, werden folgende genannt: Rumex conglomeratus, crispus, Osmunda regalis, Potentilla anserina, Inula Helenium, Valeriana dioeca, officinalis, Cardamine pratensis. Alle waren jedoch auch an sumpfigen Stellen gewachsen. Andere

Exemplare, welche von hochliegenden Wiesen oder andern nicht sumpfigen Stellen gesammelt waren, enthielten dagegen keine Spur von Jodin.

Nach *Bussy* kommt auch das Jodin in den Destillationsproducten der Steinkohle vor (*Erdm.* Journ., 1850, No. 13, 14. p. 273—285), und nach *Ch. Lamy* in den Runkelrüben, besonders in der aus den Rückständen gewonnenen Pottasche. (Ebendaselbst, No. 19, p. 187.)

§. 335.

7. **Das Brom** ist noch nicht in der Ausdehnung in den Pflanzen nachgewiesen worden, als das Jodin. Das Vorkommen des Fluors ist noch in keiner Pflanze erwiesen.

§. 336.

8. **Der Schwefel** und **9.** der **Phosphor** sind insofern allgemeine Bestandtheile der Pflanzen, als sie entweder gemeinschaftlich oder einer von ihnen die Proteinverbindungen bilden helfen. Ausserdem finden sie sich aber auch in den Pflanzen als Schwefel- und Phosphorsäure, zum Theil mit Kalk und andern Basen verbunden. Phosphorsäure wird als häufiger Bestandtheil in den Samenhüllen der Gräser, ferner im Zwiebelsafte, der Paeonienwurzel und andern angegeben.

§. 337.

10. **Das Silicium** kommt ziemlich allgemein mit Sauerstoff verbunden in Form der Kieselsäure vor. Diese wird bei manchen Pflanzen in solcher Menge angetroffen, dass sie nach Abzug des Wassers oft 95—97 Procent der ganzen Substanz ausmacht. Zu diesen Pflanzen gehören die Schachtelhalme, die grössern rohrartigen Gräser, die rohrartigen Palmen und namentlich die Bacillarien. Bambusa arundinacea enthält 71,4; Arundo phragmites 48,1; Roggenstroh (Secale cereale) 6,5 Procent. Geringere Mengen von Kieselsäure kommen fast in jeder Pflanzenasche vor. So viel mir bekannt, ist hier die Kieselsäure nie in krystallinischer, sondern vielleicht stets in organischer, vegetabilischer Form enthalten. Bei jenen grössern Pflanzen (Equisetum, Gramineae) bildet sie immer den Ueberzug der einzelnen Zellen des Zellengewebes, und füllt auch wol bisweilen die Intercellulargänge aus, ihre Menge nimmt aber nach aussen hin zu, so dass die äussersten Zellen am dicksten damit inkrustirt sind. In diesem Falle bildet sie daher eine eigenthümliche Verdickungsschicht

der Zellen, an deren innerer Seite die Fläche der eingeschlossenen Zelle gleichsam abgedruckt ist. Glühet oder verbrennt man Schachtelhalme, Stroh, Spanisches Rohr, so bleibt die Kieselsäure in der Asche zurück, in welcher man öfters die Kieselstückchen mit ihrer vegetabilischen Form erkennen kann; der grösste Theil ist jedoch in Folge der Hitze und des gegenwärtigen Alkalis zu einer glasigen Masse zusammengeschmolzen. Will man die Kieselzellen und Kieselhäute bei den genannten Pflanzen in ihrer Verbindung mit einander und in ihrer reinen organischen Form darstellen, so muss man einige kleine Stückchen jener oben genannten Pflanzen mit concentrirter Schwefelsäure kochen, welche die weichen organischen Zellenhäute nebst Inhalt zerstört, auflöst und die harten, glasartigen und durchsichtigen klaren Kieselzellen mit ihrer vegetabilischen Structur zurücklässt. Wenn man unter dem Rückstande die Kieselsäure auch in Form von Nadeln, Spindeln, Blättchen, Rädchen oder Scheibchen findet, so rühren diese Formen hauptsächlich von zerbrochenen Zellen her, und die Nadeln und Spindeln sind meist Ausfüllungen der Zwischenzellenräume. Da die Kieselsäure nicht durch Fäulniss zerstört wird, so bleiben ihre eben erwähnten vegetabilischen Formen nach der Fäulniss der Pflanzen unversehrt zurück und sind alsdann im Humus anzutreffen. Diese im Humus vorkommenden Formen sind von *Ehrenberg* zum Theil systematisch geordnet und mit Gattungs- und Speciesnamen versehen worden. („Verbreitung und Einfluss des mikroskopischen Lebens in Süd- und Nordamerika“, Berlin 1843.)

Noch entschiedener aber nimmt die Kieselsäure an der Bildung der organischen Form Theil bei den Bacillarien. Denn wenn sie bei den Schachtelhalmen und Gräsern nur als ein die Zellen inkrustirender Stoff auftritt, welcher dieselben nach aussen verdickt, wie andere Stoffe nach innen, so fällt das bei den Bacillarien weg, weil man hier von einer weichen organischen Zellenmembran, welcher die harte Kieselmembran als Ueberzug dient, Nichts bemerkt. Daher liefern auch eigentlich erst die Bacillarienzellen den sichern Beweis, dass die Kieselsäure unmittelbar zur Bildung organischer Formen beiträgt. Sie tritt übrigens hier sehr rein auf und ist weder mit Cellulose, noch mit Protein, noch mit andern derartigen Stoffen chemisch verbunden. Wegen dieser Eigenschaft der Bacillarienzellen sind dieselben wichtig geworden für die geognostischen Verhältnisse unserer Erdrinde, in welcher die Kieselzellen der Bacillarien oft grosse Lager von gewaltiger Mächtigkeit bilden.

Dass die Zellenformen der Bacillarien aus Kieselerde bestehen, wurde zuerst von mir (1834) nachgewiesen. Ein Jahr darauf wurden von Dr. *Struve* („De Silicia in plantis nonnullis", Berol. 1835) die Kieselhäute mehrerer Schachtelhalme und des Stuhlrohrs untersucht und abgebildet. Im Jahr 1836 entdeckte *C. Fischer* die Kieselzellen der Navicula viridis und anderer Bacillarien im Franzensbader Kieselguhr und wies damit zuerst deren fossiles Vorkommen nach. (Vergl. „Die kieselschaligen Bacillarien von *F. T. Kützing*". Nordhausen 1844.)

§. 338.

11. **Die Metalle** kommen bei den Pflanzen nur als Oxyde, oder als solche mit Säuren verbunden vor. Es ist keine organische Form bekannt, welche aus einem reinen Metalloxyde gebildet wäre. Bei einer Conferveengattung (Psichohormium inaequale und verrucosum), welche in eisenhaltigen Wassern wächst, sind organische Moleküle und Eisenoxydpartikel so mit einander vereinigt, dass sie eine eigenthümliche Inkrustation des Fadens bilden. Ebenso ist es wahrscheinlich, dass bei Gloeotila ferruginea das Eisenoxyd entweder die Zellenmembran durchdringt oder im Innern derselben als Verdickungsschicht auftritt, denn nach dem Glühen derselben bleibt das Eisenoxyd in Form der genannten Alge zurück; behandelt man jedoch die letztere im Leben mit verdünnter Salzsäure, so löst diese (kalt) alles Eisenoxyd(hydrat) auf und lässt die übrige weiche und vollständig verbrennliche Zellensubstanz zurück. Auch bei Leptothrix ochracea verhält es sich ähnlich.

§. 339.

12. Wie das Eisenoxyd bei Psichohormium inaequale und verrucosum, so tritt der **kohlensaure Kalk** mit organischen Molekülen bei Psichohormium antliarium und cinereum in Verbindung. Ob derselbe hier, wie auch bei den sehr kalkhaltigen Algen Corallina, Halimeda, Melobesia, Spongites, Acetabularia und andere, in der unorganischen krystallinischen, oder in unkrystallinischer Form, wie die Kieselsäure, als organische Kruste erscheint, ist noch nicht festgestellt. In diesen letztgenannten Algen tritt jedoch die Kalkmasse gegen die weichen organischen Zellen in so überwiegender Menge auf, dass dieselben wahren Versteinerungen gleichen und man nicht im Stande ist, eine genaue mikroskopische Untersuchung vorzunehmen, ohne vorher den Kalk durch Salzsäure entfernt zu haben.

Eine zweite Art des Vorkommens des kohlensauren Kalks ist

die in ungeregelten Blättchen, welche rindenartig die Charen überziehen, bei Saxifraga Aizoon und ähnlichen Arten, so wie bei Lathraea die Blätter bedecken und bei letzterer nach *Schleiden* auch in den Lufthöhlen vorkommen; endlich eine dritte Art in Kalkspathrhomboëdern, welche sich theils isolirt, theils zu Drusen vereinigt, bei einigen Algen mit weicher gallertartiger Substanz in den Intercellularräumen (z. B. Hydrurus, Chaetophora, Rivularia u. s. w.), sodann im Zellensafte vieler Cacteen, bei Myriophyllum und andern phanerogamischen Pflanzen vorfinden.

§. 340.

13. Nach dem kohlensauren Kalk kommt der **oxalsaure Kalk** am häufigsten, vielleicht noch häufiger als der vorige, in den Pflanzen vor. *Scheele* wies ihn schon in der Rhabarberwurzel nach und bei den Flechten macht er zum Theil einen so bedeutenden Bestandtheil aus, dass man sie zur Gewinnung der Kleesäure benutzen kann.

Bei der Rhabarberwurzel bildet er kugelige oder eiförmige Krystallhäufchen mit nach aussen stehenden strahligen Spitzen. Die einzelnen Spitzen selbst sind nicht regelmässig krystallinisch entwickelt, sondern oft unregelmässig gespalten, so dass es nicht möglich ist die Krystallform zu bestimmen. Diese Krystalldrusen sind von Gelinzellen eingeschlossen. Sie sind übrigens sehr häufig auch in einheimischen Pflanzen anzutreffen. (Taf. 1. Fig. 3.)

Unter den Flechten habe ich Lecanora lentigera genauer darauf untersucht. Ein senkrechter Abschnitt des weissen Thallus zeigt die verästelten und aus cylindrischen und verdickten Zellen bestehenden Fasern, welche sich filzartig durchweben und aussen mit opaken rundlichen und körnigen Bröckchen besetzt sind. Zerdrückt man ein solches Bröckchen, so zerfällt es in krystallinische sehr unregelmässige Bruchstücke, welche durchsichtig sind und noch andere helle Moleküle zwischen sich erkennen lassen. Behandelt man die Probe mit Salz- oder Salpetersäure, so wird der kleesaure Kalk ohne Aufbrausen gelöst und es bleiben von den ebengenannten Brocken organische Moleküle zurück, welche grösstentheils aus Proteinkörnchen, umgeben von Basserinschleim, bestehen, zwischen welchen man ausserdem noch die Lücken bemerkt, in welchen der kleesaure Kalk gelegen hat. Es ist durchaus falsch, wenn in den chemischen Handbüchern (*Liebig,* Org. Chem., p. 13) behauptet wird, dass der kleesaure Kalk in den Flechten „das harte feste Skelet“ bilde, denn erstens ist gar kein hartes Skelet da, und zweitens bildet jenes Salz mit

den genannten Molekülen nur pulverartige und sehr leicht zerreibliche Massen.

Bei Scilla maritima (Taf. 1. Fig. 1. a. b. c.) findet man in den unterirdischen Schuppenblättern folgende Formen von Krystallen, welche sämmtlich aus kleesaurem Kalk bestehen:

1) Sogenannte Rhaphiden. Sie wurden zuerst von *Link* in der Wurzel von Oenothera biennis entdeckt, finden sich sehr häufig fast in allen saftreichen Pflanzen (Cactus, Crassula, Sedum, Aloë, Rheum u. s. w.) und bestehen aus einer grössern Anzahl gerader nadelförmiger, an beiden Enden zugespitzter Krystalle, welche sämmtlich von gleicher Grösse, dicht parallel neben einander gepackt sind und jedesmal von einer Zelle umschlossen werden, die ihrer Grösse entspricht. Wird eine solche Zelle durchschnitten, so werden auch gewöhnlich die Krystallnadeln aus einander gerissen und sie liegen dann mehr oder weniger zerstreut auf den übrigen Zellen herum. Die Grösse dieser Nadeln ist sehr verschieden, man findet sie in der Scilla maritima von einer kaum messbaren Dicke bis zu einem Querdurchmesser von $^1/_{250}$‴, und in einer Länge von $^1/_{90}$—1‴. Ich habe sie noch bei keiner Pflanze in solchen Grössenverschiedenheiten gesehen. Die „Rhaphiden“ kommen übrigens sehr häufig in saftigen Pflanzen vor.

2) Kleine Kügelchen mit feinen haarähnlichen Strahlen besetzt. Den Kügelchen scheint ein Cytoblast zu Grunde zu liegen und zwischen den krystallinischen Strahlen kommen auch noch Strahlen, welche aus proteinartigem Stoffe gebildet zu sein scheinen, vor. (Taf. 1. Fig. 1. d. e. f.)

Endlich sind noch einzelne grössere Krystalle dieses Salzes zu erwähnen, welche nach *Schleiden* in dem Parenchym alter Tratescantiastengel so wie zwischen dem Pollen vieler Caladieen vorkommen, und so deutlich und schön entwickelt sind, dass an ihnen als die Grundform das quadratische Octaëder erkannt werden kann, dessen Endflächen in andern Fällen sehr scharfe Zuspitzungen von langen und schmalen quadratischen Säulen bilden.

§. 341.

Die meisten dieser Krystalle wurden früher für phosphorsauren Kalk gehalten, wahrscheinlich desshalb, weil sich dieser immer in der Asche der Vegetabilien vorfindet. Es ist aber sehr wahrscheinlich, dass der grösste Theil des phosphorsauren Kalks (und vielleicht auch ein Theil des schwefelsauren Kalks, so wie

noch andere schwefel-, phosphor- und kohlensaure Salze, welche die Asche enthält) erst durch das Verbrennen der Proteinsubstanzen gebildet wird. *De Candolle* gibt übrigens sauren phosphorsauren Kalk u. s. w. als in den Blättern von Aconitum Napellus, der Wurzel von Paeonia officinalis, dem Rhizom von Nymphaea alba, der Wurzel von Polygala Senega,. Glycyrrhiza glabra und echinata u. m. a. enthalten an. Wie weit diese und andere Angaben wirklich begründet sind, müssten sorgfältigere neue Untersuchungen entscheiden.

§. 342.

14. Der schwefelsaure Kalk wird in fast allen Pflanzenaschen gefunden; er ist aber als solcher in der lebenden Pflanze bisher noch wenig nachgewiesen, und in diesem letztern Falle erscheint er in Krystallen. Die sind entweder dünne spitze Pyramiden, welche kreuzweise, strahlig oder büschelig beisammenliegen, wie bei einigen Zygnema-Arten, oder er bildet schmale sechsseitige Säulen oder hemitropische Zwillinge in den Musaceen und Scytamineen (*Schleiden,* l. c., p. 170)

§. 343.

15. Von besonderer Wichtigkeit für die Vegetation der Pflanzen sind die **Alkalien.** Von diesen kommen das Kali und Natron nur in Betracht und es scheint, als könne in einzelnen Fällen das eine durch das andere vertreten werden. Obschon die im Meere und am Meeresstrande gewachsenen Pflanzen meist mehr Natron und die Pflanzen des Binnenlandes (mit Ausnahme der auf Salzboden gewachsenen) meist mehr Kali als jene enthalten, so sind doch viele Fälle bekannt, welche beweisen, dass der Kaligehalt selbst bei Landpflanzen, und bei ein und derselben Art, sehr schwankend ist. Die Pottaschenanalysen haben namentlich dargethan, dass die Güte der Pottasche durchaus vom Standorte bedingt wird. Während amerikanische Pottasche nicht unbeträchtliche Mengen Natron aufzuweisen hat, finden sich nach *Hermann* in der von Kasan 4,14 Procent, in andern russischen und polnischen Sorten nach *Wittstock* bisweilen nur Spuren und in der illyrischen nach *Bley* gar keins. In einer im vorigen Jahr erschienenen Abhandlung von *C. Bischof,* welche besonders über diesen Gegenstand handelt (*Erdm.* Journ., 1849, No. 12, p. 194 fg.), werden nicht nur neue Untersuchungen hierüber mitgetheilt, sondern auch alle bis jetzt darüber bekannt gewordenen Analysen zusammengestellt. Hiernach scheint allerdings die Annahme einer Vertretung des

Kali durch Natron nicht gerechtfertigt, sondern es geht vielmehr daraus hervor, dass die Pflanzen ohne Ausnahme das Kali vor dem Natron bevorzugen. Den auffallendsten Beweis dazu liefern mehrere Algen (Laminaria latifolia, Ecklonia buccinalis, Iridaea edulis und Polysiphonia elongata), welche im Meerwasser gewachsen sind, und doch in ihrer Asche mehr Kali als Natron geben.

Diese beiden Basen sind in der Pflanze wahrscheinlich mit den verschiedenartigsten Säuren verbunden und im aufgelösten Zustande im Zellensafte enthalten, wofür der Umstand spricht, dass die frischen grünen und saftigen Pflanzentheile (bei den Bäumen die Blätter, Blumen, Früchte und jungen Zweige) mehr Kali oder Natron, als die alten harten Hölzer, so wie einjährige saftige Kräuter mehr, als Holzpflanzen geben. (Ihre Wichtigkeit für das Pflanzenleben erhellt besonders aus den im §. 379 gegebenen Erörterungen.)

§. 344.

16. Die Magnesia (Magniumoxyd) ist weniger häufig, als die Alkalien und der Kalk in den Pflanzen vorhanden. Im Stroh und in den Samen der Getreidearten soll sie mit Kohlensäure verbunden vorkommen, ebenso in Salsola Soda. Mit Schwefelsäure verbunden hat man sie in grosser Menge in Fucus vesiculosus, mit Phosphorsäure in der Radix bryoniae, im Schierlingskraut (Conium maculatum), als Chlormagnium in der Canella alba und der Radix Caryophyllatae (Geum urbanum) u. s. w. gefunden *(De Candolle)*.

§. 345.

17. Die Thonerde (Aluminiumoxyd) ist in noch geringerer Menge in den Pflanzen gefunden worden. Rein (?) gibt sie *Schrader* in den Gersten- und Haferkörnern, so wie im Roggenstroh an; ausserdem hat man sie noch im Milchsafte der Papaveraceen, in der Altheewurzel, im Stinkasant, in Lycopodium complanatum, Juniperus communis, Helleborus niger *(Salm-Horstmar)* u. s. w. gefunden. Bei den Bacillarien bildet sie mit Eisenoxyd in sehr geringer Menge gestreifte Inkrustationen der innern Kieselzelle. Ihr Vorkommen scheint daher für das eigentliche Pflanzenleben von keiner Bedeutung zu sein. Nadeln von Pinus silvestris, welche auf gutem Sandboden gewachsen, gaben keine Spur *(Salm-Horstmar)*.

§. 346.

18. Dasselbe ist der Fall mit den übrigen **Schwermetallen,**

welche sich auch nur in sehr geringer Menge in den Pflanzenaschen finden. Doch soll nach *John* (Chem. Schriften, VI, S. 50) das Mangan bei Lycopodium complanatum mit einer Pflanzensäure verbunden sein.

Wichtiger ist das Vorkommen des Kupfers, welches man in sehr vielen Land- und Wassergewächsen, sowol kryptogamischen als phanerogamischen, gefunden hat. Auch im Kaffee und Weizen ist es enthalten und obschon es in beiden letztern nur in sehr geringer Menge vorhanden ist, so hat man doch berechnet, dass in Frankreich mit dem Brode 3650 Kilogramm Kupfer jährlich gegessen werden und dass das in Europa jährlich verbrauchte Kaffeequantum 500 Kilogramm Kupfer enthält (*Roeper*, in DC. Pflanzenphysiol. I, 386). Neueste Untersuchungen von *Malaguti, Durocher* und *Sarzeaud* beweisen auch das Vorkommen des Kupfers sowol, als des Bleis und Silbers in dem Meerwasser und in den Tangen. (*Erdm.* Journ., 1850, No. 7.)

§. 347.

Wir haben nun noch Stoffe zu betrachten, welche aus den 4 Elementen C. H. O. und N. zusammengesetzt sind. Diese Verbindungen sind entweder solche, welche bei der Erstarrung oder Ausscheidung in krystallinische oder organische Formen übergehen, oder (unter Umständen) übergehen können.

Wir betrachten jene zuerst.

§. 348.

19. Das Wasser. Das Wasser ist die erste Bedingung alles organischen Lebens, weil es das Medium ist, in welchem die organischen Bewegungen stattfinden. Es ist dies zwar auch zum Theil mit bei der Krystallbildung der Fall, aber nicht ausschliesslich, denn hier kann jeder flüssige Zustand eines Körpers das Medium der Bewegung bilden, wie wir das an den geschmolzenen Metallen, dem Schwefel u. s. w. sehen, auch können hier Alkohol, Oele, Aether und alle andern Flüssigkeiten als Mittel dienen, selbst Gase. In allen bilden sich Krystalle. Nicht so die organischen Bildungen. Diese sind durchaus von dem Wasser, als Mittel der Bewegung, abhängig. Daher auch die grosse Wichtigkeit des Wassers bei der Vegetation. Der Wassermangel vernichtet jede Vegetation, die Anwesenheit des Wassers ruft sie überall hervor. Aber das Wasser dient nicht nur als Mittel der Bewegung organischer Moleküle, sondern es geht auch mit diesen selbst in Verbindung, so dass es wesentlich mit bei den

Stoffveränderungen unmittelbar betheiligt ist, welche in den Pflanzen vorkommen.

Das Wasser dient ferner als Auflösungsmittel für die Stoffe, welche den Pflanzen aus der Erde als Nahrungsmittel zugeführt werden; als solches führt es aber auch solche mineralische Theile der Pflanze zu, welche nicht gerade für das Pflanzenleben nothwendig und daher gleichsam als Ballast erscheinen. Da das meiste Wasser als Wassergas aus der Pflanze entweicht, so bleiben jene fixen Bestandtheile in derselben zurück und häufen sich mit der Zeit immer mehr darin an. Anders ist es in den Fällen, wo die Pflanzen das aufgenommene Wasser wieder tropfenweise absondern. Man muss eigentlich annehmen, dass wol in allen Fällen das Wasser nicht in Gasform aus den oberflächlichen Zellen der Pflanzen, sondern in tropfbarer Form ausgeschieden wird. Geschieht dies an der offenen freien, der Sonne und der trocknen umgebenden Luft unmittelbar ausgesetzten Oberfläche, so werden die austretenden Wassertheilchen gewiss um so leichter zu Gas verflüchtigt und von der umgebenden Luft aufgenommen, je kleiner sie sind. Geschieht dies aber in geschützten, mehr oder weniger geschlossenen hohlen Räumen, wie z. B. in den Schläuchen von Nepenthes und andern Gattungen, oder in den Rinnen und Röhren der Blumenhüllen, so kann sich das Wasser ansammeln und wird alsdann in kleinern oder grössern Quantitäten angetroffen. Das austretende Wasser ist dann auch nicht rein, sondern enthält verschiedene Bestandtheile des Zellensaftes mit aufgelöst, je nach den Zellen, welche das Wasser an die Aussenfläche abgeben. Dasselbe ist der Fall, wenn kräftig vegetirende Pflanzen mit schnellem Wachsthum nach einem heissen Sommertage von kühler Nachtluft umgeben werden. Dann sammeln sich die Wassertropfen auf der Aussenseite der Blätter und bilden in diesem Falle den sogenannten Thau. Solche Thautröpfchen werden auch zu anderer Zeit von den Zahnspitzen der Blätter der Balsamine, von den Stipeln der Sambucusarten abgesondert. Ausserdem aber zeichnen sich die Aroideen (Calla, Canna, Caladium, Colocasia, Sarracenia, Nepenthes u. s. w.) besonders durch die wässrigen Ausscheidungen aus. In den meisten dieser Fälle hat das Wasser dieser Pflanzen nur wenig andere Beimischungen und wird daher gewöhnlich von den Physiologen als rein angenommen. So findet sich in den „Annals of Natural History (1848)“ eine Mittheilung von *Williamson,* wonach jedes ausgewachsene Blatt von Caladium destillatorium während einer Nacht eine halbe Pinte Wasser abgesondert, welches nur sehr

geringe Mengen von „organischer“ Substanz enthält. Die neueste Analyse über die wässrige Flüssigkeit in den Schläuchen von Nepenthes ist von *A. Voelker (Erdm.* Journ. 1849, No. 20, p. 245). Das Wasser schmeckt nicht sauer, aber röthet das Lackmuspapier. Der Rückstand nach dem Verdampfen betrug in einem Falle 0,92 p. C. (in andern Fällen etwas weniger) und dieser enthielt in 100 Theilen: Aepfelsäure und etwas Citronensäure 38,61; Chlorkalium 50,42; Natron 6,36; Kalk 2,59; Talkerde 2,59.

Das in den Blumenhüllen sich ausscheidende Wasser enthält, wie bekannt, meist Zucker aufgelöst. Die sogenannten Honiggefässe der Blumen sind den Schläuchen der Nepenthes vergleichbar. Solches „Zuckerwasser“ findet man aber auch an den Spitzen mancher Stipeln und auch mitunter an den drüsenartigen Zahnspitzen der Balsaminenblätter hängen. Als ungewöhnliche Erscheinung tritt es im Sommer nach kühlen Nächten an den Baumblättern, den Getreideähren u. s. w. auf, wo es den sogenannten Honigthau bildet. Auch das Ausschwitzen der Manna an den Zweigen der Eschen gehört hierher. Das Geschichtliche dieser Erscheinungen findet man zusammengestellt und mit Beobachtungen erweitert in den Beiblättern zur Flora, 1842, No. 1.

§. 349.

20. Ammoniak. Es ist keinem Zweifel unterworfen, dass das Ammoniak in vielen Pflanzen, meist aber an Säuren gebunden, vorkommt. Im freien Zustande findet man es in dem frischen Safte der Rüben, des Waid, im Frühlingssafte der Bäume u. s. w. In vielen Pflanzen ist das Ammoniak mit Salpetersäure verbunden. Die eingedickten Säfte des Schierlings, Bilsenkrauts, Tabaks u. s. w. entwickeln mit Kali behandelt bedeutende Mengen Ammoniak. Die Lactucaarten liefern bei der Destillation ebenfalls ein ammoniakalisches Wasser; als kohlensaures Ammoniak soll es in der Justicia purpurea vorkommen *(De Candolle).* Es ist wol unzweifelhaft, dass alles Ammoniak, welches man in den Pflanzen vorfindet, denselben von aussen her zugeführt, nicht erst in denselben erzeugt wird. Es ist jedenfalls die Hauptquelle für die Bildung der Protein- und andern stickstoffhaltigen Sustanzen.

§. 350.

21. Die Pflanzenalkaloide. Es ist bekannt, dass, wenn Basen auf organische Substanzen einwirken, die Bestandtheile derselben genöthigt werden zu sauren Verbindungen oder doch wenigstens zu solchen zusammenzutreten, welche in Verbindung mit den

Basen die Rolle einer Säure übernehmen, z. B. Wasser. Umgekehrt bewirken aber auch Säuren Zersetzungen und die Bildung von Basen, wenn die Bedingungen dazu vorhanden sind. Was nun in dieser Beziehung täglich unter den Augen des Chemikers in dem chemischen Apparate offen vor sich geht, das scheint auch in der That versteckt und im Kleinen im Zellengewebe der Pflanze stattzufinden, und die Entstehung der Pflanzenalkaloide wäre sonach aus der Einwirkung der Pflanzensäuren auf die stickstoffhaltigen Bestandtheile des Pflanzensaftes (Proteinsubstanzen) zu erklären. Da die Sättigungscapacität der Alkaloide nach *Liebig* dem Stickstoffgehalte derselben entspricht, so liegt die Annahme nahe, dass in den Alkaloiden der Stickstoffgehalt durch die Gegenwart des Ammoniaks hervorgerufen werde und dass also dieselben eine Verbindung dieses Alkalis mit einem aus C. H. und O. bestehenden Körper (Huminsäure, Geinsäure, Quellsäure u. s. w.) seien. *Mulder* (Phys. Chemie. Nach dem Holländ. von *Kolbe*, Braunschw. p. 872) macht zwar darauf aufmerksam, dass die Construction der Stoffe mittelst der Feder, durch Combination der Möglichkeiten, zwar die Entstehung der Stoffe aufzuklären scheine, dabei aber keine nöthige Gewissheit gewähre, wie sie die strenge Wissenschaft verlange. Dieser Mangel der völligen Gewissheit begleitet uns aber bei der Stoffbildung der Organismen fast überall. Ja, die ganze chemische Theorie gewährt nur eine hypothetische Sicherheit. Darum mag es auch hier nur noch gestattet sein, zu erwähnen, dass viele Erfahrungen, welche man bei der Gewinnung der Alkaloide gewonnen hat, darauf hindeuten, dass dieselben sich in allen den Fällen vorzugsweise entwickeln, wo der Pflanze von aussen her keine oder nur geringe Mengen von fixen Alkalien zugebracht werden. Es scheint demnach, als wenn in gewissen Fällen alkalische Basen überhaupt eine Bedingung des Pflanzenlebens seien. So ist bei der Entwickelung der Kartoffelkeime bekannt, dass sie in der Erde, wo ihnen ein hinreichender Vorrath mineralischer Basen zu Gebote steht, nur sehr wenig oder gar kein Solanin erzeugen, während die jungen Luftkeime, denen jene Zufuhr aus der Erde fehlt, dasselbe in ziemlicher Menge enthalten. Auch ist bekannt, dass andere Pflanzen, deren medicinische Wirksamkeit von der Anwesenheit eines Alkaloids herrührt (z. B. Hyoscyamus, Datura, Conium u. s. w.) bei weitem weniger von demselben enthalten, wenn sie auf gedüngtem Boden gewachsen sind, wo es nicht an fixen Alkalien, Kalk u. s. w. fehlt.

Ebenso wechselt in allen Chinarinden der Gehalt an Chinin

und Cinchonin mit Kalk und „man kann den Gehalt an den Alkaloiden ziemlich genau nach der Menge von fixen Basen beurtheilen, die nach der Einäscherung zurückbleiben. Einem Maximum der erstern entspricht ein Minimum der andern, gerade so wie es in der That stattfinden muss, wenn sie sich gegenseitig nach ihren Aequivalenten vertreten". *(Liebig.)*

Als sicher bekannt können folgende Alkaloide angenommen werden:

Aconitin (Aconitum), Aricin (aus einer Chinarinde, von welcher der Baum nicht bekannt ist), Atropin (Atropa Belladonna), Brucin (Strychnos nux vomica), Chelerythrin (Chelidonium majus), Chelidonin (in derselben Pflanze), Chinin, Cinchonin (beide in verschiedenen Cinchonaarten), Codein, Morphin, Narcein, Narcotin, Pseudomorphin (sämmtlich in den Papaveraceen und im Opium), Colchicin (Colchicum autumnale), Coniin (Conium maculatum), Corydalin (Corydalis), Curarin (in dem Curaragifte, womit die Indianer in Südamerika ihre Pfeile vergiften. Wahrscheinlich von einer Strychnee abstammend.), Daturin (Datura Stramonium), Delphinin (Delphinium Staphisagria), Emetin (Cephaëlis Ipecacuanha u. a.), Hyoscyamin (Hyoscyamus niger), Jervin (Veratrum album), Nicotin (Nicotiana), Pelosin (Cissampelos Pareira?), Sabadillin und Veratrin (Veratrum officinale u. a.), Solanin (Solanumarten), Strychnin (Strychnos nux vomica).

§. 351.

Nach den Alkaloiden lassen wir nun eine Reihe von indifferenten und sauren Körpern folgen, welche mehr oder weniger, unmittelbar oder mittelbar bei der Bildung der vegetabilischen Form betheiligt sind und meist keinen Stickstoff enthalten.

22. Das Salicin ist in der Rinde aller bitterschmeckenden Weiden (Salix helix, fragilis, triandra, vitellina u. s. w.), so wie auch mehrerer Pappeln (Populus italica, tremula, nigra, alba) enthalten und stellt ein weisses, mehlartiges krystallinisches Pulver dar von bitterm Geschmack, es löst sich in Wasser, Alkohol, Aether und fetten Oelen auf. (Vergl. §. 354 und S. 156.)

§. 352.

23. Das Phlorrhizin ist in der frischen Rinde der Wurzeln der Aepfel-, Birn-, Kirsch- und Pflaumenbäume (vielleicht aller Drupaceen und Pomaceen) enthalten und ist dem Salicin ähnlich. Seiner Zusammensetzung nach kann man es ansehen als Salicin plus 1 Aequivalent Wasser. (Vergl. §. 354.)

§. 353.

24. Das Glycyrrhizin ist in der Süssholzwurzel und zwar in den langgestreckten Zellen derselben enthalten. Es scheint saure Eigenschaften zu haben und in den Zellen an Ammoniak gebunden zu sein, weil das letztere sich durch Zusatz von Aetzkalk reichlich entwickelt, auch färbt seine Auflösung in Wasser und Alkohol das Lackmuspapier roth. Doch ist dadurch noch keineswegs festgestellt, ob die saure Reaction zu seinen Eigenschaften mitgehört oder ob sie durch eine fremde Säure hervorgerufen wird. Das Glycyrrhizin besitzt eine bräunlich gelbliche Farbe und ist unkrystallinisch. Sein Geschmack ist süss, hintennach aber bitter und kratzig. Es kann nicht in geistige Gährung versetzt werden.

§. 354.

25. Der Zucker. Diese Substanz ist eine der verbreitetsten im Pflanzenreiche und ihr Vorkommen steht oft mit dem Vorkommen des Stärkmehls (§. 390) in einem gewissen Verhältniss. Wenigstens steht so viel fest, dass die keimenden Samen des Getreides während dieses Actes zuckerhaltig werden und dabei ihren Stärkmehlgehalt verringern. Der Zucker ist daher auch reichlich in den jungen Stengeln der Gräser vorhanden, während sein Vorkommen mit der Ausbildung des Stärkmehls der Samenkörner wieder schwindet. Ebenso ist der Frühlingssaft der Bäume (Birken, Ahorne) sehr zuckerhaltig. Dieser Saft ist um so zuckerreicher, je weiter nach oben er abgezapft wird; aber mit der Ausbildung der übrigen Zellensubstanzen verschwindet er wieder. In vielen süssen Früchten steht seine Bildung mit den Pflanzensäuren in einem gewissen Verhältniss. Hier nimmt jedoch seine Menge mit dem Wachsthum und der Ausbildung dieser Organe zu. Dasselbe ist der Fall bei den saftigen, süssen Wurzeln, z. B. den Runkelrüben, Mohrrüben, Pastinakwurzeln, Zuckerwurzeln u. s. w. Die Zuckerrüben enthalten 10—14 Procent Zucker.

Man unterscheidet zwei verschiedene Arten von Zucker, nämlich Rohrzucker und Traubenzucker, welcher letztere ein Aequivalent Wasser mehr enthält.

Der **Rohrzucker** ($C_{12}\ H_{22}\ O_{11}$) ist vorzüglich in den jungen Grasstengeln und den saftigen süssen Wurzeln enthalten, aus denen er gewonnen wird.

Der **Traubenzucker** ($C_{12}\ H_{24}\ O_{12}$ in der Kochsalzverbindung; der krystallisirte $= C_{12}\ H_{24}\ O_{12} + 2 H_2 O$) ist besonders in den süssen Früchten enthalten, welche wegen ihres Gehaltes an

Pflanzensäuren zugleich ausgezeichnet sind, wie z. B. die Weinbeeren, Kirschen, Pflaumen, Feigen, Birnen u. s. w. Beide genannte Zuckerarten sind krystallisirbar und der Beispiele sind mehrere bekannt, wo der Zucker in den Honigbehältern der Blumen durch freiwilliges Verdunsten des Wassers herauskrystallisirt ist (Rhododendron ponticum, Strelitzia Reginae, Fritillaria imperialis). Auch der Rohrzucker kann durch Berührung mit verdünnten Säuren in Traubenzucker umgewandelt werden.

Ausserdem findet sich aber im Zellensafte neben dem krystallisirbaren noch ein unkrystallisirbarer Zucker, den man auch **Schleimzucker, Glycose** und **Fruchtzucker** genannt hat, übrigens aber wie der Rohrzucker zusammengesetzt ist.

Der Schleimzucker bildet nach *Piria* einen Bestandtheil des Salicins (§. 351), welches dieser Chemiker als eine Verbindung dieses Zuckers mit einem krystallisirbaren Körper, dem Saligenin, ansieht. Ebenso kann man das Phlorrhizin als eine Verbindung des Traubenzuckers mit einem ähnlichen Körper, dem Phloretin, betrachten, denn digerirt man das Phlorrhizin mit verdünnter Schwefelsäure, so löst sich der Traubenzucker auf und das Phloretin bleibt zurück. *(Mulder.)*

§. 355.

26. Der Mannazucker oder **Mannit** scheint nicht immer im Zellensafte vorzukommen. Doch wird er als solcher im Sellerie (Apium graveolens), in der Wurzelrinde des Granatbaums (Punica granatum), in den Quecken (Triticum repens), den Schwämmen (mehrere Agaricusarten), im Zuckertang (Laminaria saccharina) und andern Tangen angegeben. Ausserdem ist dieser Stoff in dem ausgeschwitzten Safte mancher Kirsch- und Aepfelbäume, so wie in dem sogenannten Honigthau enthalten, ganz besonders reich aber in der Manna, welche als eingetrockneter süsser, mehr oder weniger krystallisirter oder schmieriger Saft von einigen Eschenarten (Fraxinus excelsior und Ornus) in Calabrien, Sicilien, Spanien und Amerika, so wie von Tamarix gallica, am Sinai, gesammelt wird. Merkwürdig ist dabei, dass diese letztern Pflanzen in kältern Klimaten keine Manna liefern. Das Ausfliessen des süssen Saftes soll durch den Stich von Insekten hervorgerufen werden. Ausserdem liefern in Armenien und Persien noch andere Pflanzen Manna (Alhagi maurorum, mehrere Eichen und eine Celastrusart); in den Alpen sammelt man von den jungen Trieben des Lärchenbaumes (Pinus Larix) die sogenannte Brianconer Manna (manne de Briançon).

Alle Meinungen stimmen in neuerer Zeit darin überein, dass das Mannit in der Manna und in ähnlichen ausgeschwitzten Pflanzensäften erst durch einen Gährungsprocess nach dem Austreten des Saftes durch Zersetzung des Traubenzuckers oder der Glycose hervorgerufen werde. Es wird auch nicht in allen Mannasorten gefunden, denn die von Tamarix gallica, am Sinai gesammelte enthält nach *Mitscherlich* Traubenzucker. Es ist bekannt, dass sich bei der sogenannten Schleimgährung der Rohr- und Traubenzucker in Mannit, Milchzuckersäure und einen gummiartigen Stoff umwandelt. Eine ähnliche Zersetzungsweise findet jedenfalls auch hier Statt.

§. 356.

27. Das Kautschuk findet sich nur in den Milchsäften der Pflanzen, doch sind die Stoffe, welche man unter diesem Namen oft zusammenfasst, nicht immer gleich, so dass man in neuerer Zeit deren mehrere unterschieden hat, wie z. B. das Lactucon im Milchsafte der Cichoraceen, das Asclepion aus Asclepias syriaca, Gutta gireck und Gutta pertcha aus dem Milchsafte der Sapotaceen u. m. a. Diese Stoffe unterscheiden sich auch in ihrer chemischen Zusammensetzung, ähnlich den verschiedenen Zuckerarten. Alle sind in Aether löslich und unlöslich in Wasser und Alkohol. Das Asclepion krystallisirt in blumenkohlähnlichen Massen. Die Entstehung dieser Substanzen hängt jedenfalls mit denjenigen Erscheinungen des Pflanzenlebens zusammen, bei welchen durch Sauerstoffentwickelung aus der Zellensubstanz, dem Stärkmehl u. s. w. die kohlenstoffreichen aber sauerstoffarmen Verbindungen (z. B. die Fette, ätherischen Oele) gebildet werden. Nach *Faraday* ist die Zusammensetzung des Kautschuk $= C_5\ H_9$. — Die Formel des Lactucon $= C_{40}\ H_{32}\ O_3$; des Asclepion $= C_{40}\ H_{34}\ O_6$ *(List)*.

§. 357.

28. Das Wachs. Auch zum Wachs gehören eine Reihe verschiedener Körper, die man noch nicht hinlänglich untersucht hat und von denen man nur weiss, dass sie zu den sauerstoffarmen Verbindungen gehören. Bei der Bildung des Wachses steht so viel fest, dass sich dasselbe bei den Bienen in dem Wachsmagen aus reinem Zucker erzeugt *(Grundlach)*. Es ist aber auch durch neuere Untersuchungen von *Karsten* dargethan, dass die Zellensubstanz in Wachs sich umwandelt; ebenso ist es sehr wahrscheinlich, dass dieselbe Bildung aus dem Amylon und allen verwandten Stoffen hervorgehen kann. Das Wachs ist daher auch

ein im Pflanzenreiche sehr verbreiteter Körper. In vielen Fällen schwitzt er an der Oberfläche der Blätter, jungen Zweige und Früchte aus und bildet einen sehr zarten pulverigen Ueberzug, welcher hindert, dass das Wasser an der Oberfläche adhärirt. Es schützt der Wachsüberzug die Pflanzenepidermis ebenso vor dem Eindringen des Wassers, als das Fett, womit die Wasservögel ihr Gefieder bestreichen. Man nennt diesen Ueberzug in der botanischen Kunstsprache pruina. In andern Fällen ist derselbe schon so bedeutend, dass er abblättert, z. B. bei den Blättern der Bromelia Ananas, Elymus arenarius, Encephalarctos, die Bracteen von Musa paradisiaca und Strelitzia farinosa. An den blauen Pflaumen lässt sich der zarte Wachshauch leicht abwischen, aber er erzeugt sich jedesmal wieder; bei den entwickelten Blättern ist das nicht der Fall. Am reichsten ist die Wachsabsonderung bei den Früchten der Wachsmyrte (Myrica cerifera), des Croton sebiferum, Tomex sebifera und am Stamm der Karnauba- und Wachspalme (Ceroxylon Andicola). Es bildet hier eine besondere Rinde um die Organe.

Das Ausschwitzen des Wachses beweist, dass dasselbe schon im Zellensafte gebildet wird. Man findet es auch in der That in den Zellensaftkügelchen enthalten, wo es den gewöhnlichen Träger des Chlorophylls macht. Man kann es daher auch aus dem grünen Satzmehl und aus allen grünen Blättern durch Digestion mit Aether ausziehen und durch wiederholtes Auflösen in Alkohol und Auswaschen mit Wasser ganz weiss erhalten. Aus dem Stroh und dem Zuckerrohr kann man eine krystallisirbare Wachsart darstellen. Ebenso kann man auch mit Alkohol aus der Rinde der Korkeiche ein besonderes Wachs ausziehen. Das Galactin ist ein wachsartiger Körper, welchen *Solli* aus der Milch des amerikanischen Kuhbaums (Galactodendron utile), einer Urticea, erhalten hat.

Die meisten Wachsarten sind Mischungen verschiedener chemischer Substanzen, welche verschiedene Auflösungsfähigkeit in Alkohol zeigen. Die bekanntesten davon sind das Myricin ($= C_{20}\ H_{40}\ O$) und Cerin ($= C_{10}\ H_{20}\ O$). Die Wachsart aus dem Zuckerrohr hat *Arequin* Cerosin ($= C_{48}\ H_{100}\ O_2 = 48\ (CH_2) + 2\ H_2\ O$) genannt. Derselbe theilt die wichtige Erfahrung mit, dass das Zuckerrohr um so mehr von diesem Wachs enthalte, je weniger es selbst zuckerhaltig sei, woraus sich die Bildung desselben aus dem Zucker ableiten liesse.

Das **chinesische Wachs**, von dem man bisher annahm, dass es ein Pflanzenwachs sei und von Rhus succedaneum abstamme,

soll nach neuern Nachrichten das Product eines Insects (Coccus ceriferus) sein. *Brodie* hat es untersucht und durch Verseifung in zwei Körper geschieden, die er Cerotin ($= C_{54}\ H_{56}\ O_2$) und Cerotinsäure ($= C_{54}\ H_{54}\ O_4$) nennt. Das Wachs selbst ist krystallinisch wie Wallrath. Die Analyse desselben ergab nach seiner Reinigung die Formel $C_{108}\ H_{108}\ O_4$. (*Erdm.* Journ., 1849, No. 1.)

§. 358.

29. Die fetten Oele. Die fetten Oele erscheinen in den Pflanzentheilen meist da, wo in andern aber ähnlichen Fällen an ihrer Stelle Stärkmehlbildung stattfindet. Man kann daher wol annehmen, dass sich diese beiden Substanzen gegenseitig vertreten. Sie kommen in den Zellen vor, sind tropfenweise vertheilt und die Tropfen durch einen proteinhaltigen Stoff getrennt, der sie gleichsam zellenartig einhüllt. Durch Kochen wird diese Ordnung zerstört und sämmtliche Tropfen einer Zelle vereinigen sich in einen einzigen. In vielen Fällen sind sie mit Amylon in einer Zelle vermengt, in andern nicht; ihre Verbreitung ist aber von den niedersten Pflanzenformen bis zu den höchsten so allgemein, dass sie kaum irgendwo (wenigstens in einer gewissen Periode) fehlen. Es ist kaum noch einem Zweifel unterworfen, dass viele dieser Oele aus Amylon entstehen, welches dabei den desoxydirenden Einflüssen des Pflanzenlebens unterliegt.

Auch der fetten Oele gibt es sehr viele Arten, welche sämmtlich sich durch niedere Temperatur oder durch Alkohol in zwei verschiedene, Elain und Stearin, trennen lassen. Aber jeder dieser Körper ist bei den verschiedenen Oelen wieder verschieden. Durch Verseifen lassen sich die Oele zersetzen in Elain-, Stearin- und Margarinsäure und einen syrupartigen Körper, den man Oelzucker (Glycerin) genannt hat. Er war schon *Scheele* bekannt und man glaubte lange, dass derselbe die Base der Fette bilde, die man als fettsaures Glycerin betrachtete. Aber nach *Berzelius* wird dieser Körper erst während der Verseifung gebildet; er nahm zugleich ein anderes Radical in den Oelen an, das er Lipyl ($= C_3\ H_4$) nannte. Das Glycerin ($= C_6\ H_{14}\ O_5$) ist nach ihm Lipyloxydhydrat ($= 2\ C_3\ H_4\ O + 3\ H_2\ O$) und das Stearin = stearinsaures Lipyloxyd u. s. w.

Ausser den oben genannten Fettsäuren hat man aus den verschiedenen Oelen Cocostalgsäure ($= C_{27}\ H_{54}\ O_3 + H_2\ O$) aus der Cocosbutter, Myristicinsäure ($= C_{28}\ H_{56}\ O_3 + H_2\ O$) aus der Muskatbutter, Palmitinsäure ($= C_{32}\ H_{64}\ O_3 + H_2\ O$) aus Palmöl, Laurostearinsäure ($= C_{24}\ H_{46}\ O_3$) aus dem Laurin, abgeschieden.

In der Thierbutter kommen mehrere Säuren vor; eine von ihnen, die Buttersäure ($= C_8 H_{14} O_4$), findet sich nach *Redtenbacher* auch als solche in dem sogenannten Johannisbrod, den Hülsen von Ceratonia Siliqua, wo sie den eigenthümlichen Geruch nach alter Butter verbreitet. Dieselbe Säure wird auch bei gewissen Gährungsprocessen gebildet. Sie ist flüchtig und ätzend.

Das meiste fette Oel ist in den Früchten enthalten, und zwar entweder in den Samen oder der Fruchthülle; selten kommt es in Wurzeln vor, wie z. B. in den Knollen der Erdmandel (Cyperus esculentus), welche desshalb im südlichen Europa und Orient angebaut wird.

Die meisten von diesen Oelen sind flüssig und schmierig (Lorbeeröl), mehrere starr und dann mit einer Neigung zur krystallinischen Structur (Palmöl, Cacaoöl, Muskatöl, Bassiaöl oder Butter von Galam). An den organischen Formen nehmen sie daher unmittelbar gar keinen Theil.

Schübler und *Bentsch* haben in einer besondern Schrift „Ueber die fetten Oele“ (Tübingen 1828) den Oelgehalt verschiedener Samen bestimmt. Es liefern hiernach die Samen von

Corylus Avellana	60	Procent.	
Lepidium sativum	56—58	»	
Juglans regia	50	»	
Papaver somniferum	47—50	»	
Amygdalus communis	46	»	
Euphorbia Lathyris, durch Pressen	41	»	
—— durch Aether	51	»	*(Chevallier.)*
Brassica campestris oleifera	39	»	
Sinapis alba	36	»	
Nicotiana Tabacum	32—36	»	
Prunus domestica	33	»	
Brassica napus oleifera	33	»	
—— praecox	30	»	
Reseda luteola	30	»	
Camelina sativa	28	»	
Cannabis sativa	25	»	
Pinus silvestris	24	»	
Linum usitatissimum	22	»	
Sinapis nigra	18	»	
Helianthus annuus	15	»	
Fagus silvatica	12—16	»	
Vitis vinifera	5—18	»	
Olea europaea	50	»	

Bei der letztern geben die harten Fruchthüllen 41 und die fleischigen 27 Procent *(Sieuve)*. Nach den Untersuchungen von *Blondeau de Carolles* soll die Oelbildung in den Oliven in einer Zersetzung der sogenannten Holzfaser und der Gerbsäure unter Abscheidung von Wasser und Kohlensäure beruhen. Beide vermindern sich in dem Verhältniss, als sich das Oel vermehrt. Er betrachtet das Olivenöl als eine rein chemische Verbindung, für welche er die Formel $C_{36}\ H_{36}\ O_4$ festgestellt hat. Hält man nun mit diesen Thatsachen die Erfahrung zusammen, dass die ölreichen Samen beim Keimen dieselben Erscheinungen darbieten, wie die mehlreichen, so liegt die Annahme nahe, dass auch hierbei das Oel eine ähnliche Rolle wie das Amylon spielen müsse. Nur ist hier noch zu bestimmen, welche Veränderungen das Oel beim Keimen erleidet.

§. 359.

30. Die ätherischen Oele. Sie sind von den fetten Oelen nicht nur chemisch, sondern auch in anderer Weise verschieden. Während ein Pflanzenfett sich durch milden Geschmack und Geruchlosigkeit — im reinen Zustande — auszeichnet, besitzen die ätherischen Oele einen scharfen Geschmack und sehr starken Geruch, so dass von ihnen immer der eigenthümliche Geruch und oft auch allein der besondere Geschmack eines Pflanzentheiles herrührt. Die ätherischen Oele werden durch den Vegetationsprocess und zwar, wie man vermuthet, durch Desoxydation des Zuckers, Dextrins, Pectins, Amylons und ähnlicher Körper, deren Zusammensetzung sich aus der Grundformel $C_{12}\ H_{18}\ O_9$ ableiten lässt, gebildet *(Mulder)*. Mehrere von ihnen sind bloss flüssiger Kohlenwasserstoff ohne allen Sauerstoff: Citronenöl ($= C_{10}\ H_{16}$), Pomeranzenöl ($= C_{10}\ H_{16}$), Kalmusöl ($= C_{10}\ H_{16}$), Fenchelöl ($= C_{15}\ H_{24}$), Wachholderöl ($= C_{15}\ H_{24}$), Gewürznelkenöl ($= C_{20}\ H_{32}$), Terpentinöl ($= C_{20}\ H_{32}$), Sadebaumöl ($= C_{20}\ H_{32}$), Pfefferöl ($= C_{20}\ H_{32}$); — andere sind als Oxyde eines Kohlenwasserstoffs anzusehen: Poleiöl ($= C_{10}\ H_{16}\ O$), Cajeputöl ($= C_{10}\ H_{13}\ O$), Rautenöl ($= C_{18}\ H_{56}\ O_3$), Zimmtöl ($= C_{20}\ H_{22}\ O_2$) u. m. a.; — wieder andere sind Hydrate des Kohlenwasserstoffs oder eines Oxydes desselben, z. B. Rosmarinöl ($= 9\ C_5\ H_8 + 2\ H_2\ O$), Bergamottöl ($= 3\ C_{10}\ H_{16} + 2\ H_2\ O$), Spiräaöl ($= C_{14}\ H_{10}\ O_3 + H_2\ O$) u. s. w.

Viele von diesen Körpern verändern sich in der Pflanze, woher es dann kommt, dass sie theils unter sich selbst, theils auch in ein und derselben Pflanze verschiedene Eigenschaften

besitzen. So sind in den Blumenköpfchen der Artemisia contra (dem sogenannten Semen Cinae der Apotheken) zwei Oele, welche bei ungleicher Temperatur sich verflüchtigen, ebenso lässt sich das ätherische Oel der Salbei durch Destillation bei verschiedener Temperatur ($+ 130^0$, 140^0 und 150^0) in drei verschiedene Oele trennen. Fast alle lassen sich in ein dünnflüssiges — Eläopten — und ein starres Oel — Stearopten — scheiden. Manche, wie der Kamphor, bestehen nur aus Stearopten. Andere, wie das Baldrianöl, bestehen aus einem sauren — der Baldriansäure — und einem indifferenten Oele, ohne Sauerstoff, dessen Formel $= C_{10} H_{16}$. — Es gibt noch mehr solcher gemischten Oele, wovon das eine besondere Neigung hat, sich mit Sauerstoff zu verbinden. So beim Zimmtöl, bei welchem sich mit der Zeit, wenn es der Luft ausgesetzt wird, Krystalle ausscheiden, welche man Zimmtsäure genannt hat. Durch Einwirkung von Kali (auch auf andere ätherische Oele) bildet sich Benzoesäure. Diesen beiden, sowie dem ätherischen Bittermandelöl, dem Spiräaöl (von Spiräa Ulmaria) und dem Salicin liegt ein hypothetisches Radical zu Grunde, welches man Benzoyl ($= C_{14} H_{10} O_2$) genannt hat.

Das Bittermandelöl ist Benzoylwasserstoff $= C_{14} H_{10} O_2 + H_2$; Benzoylwasserstoff plus 2 At. Wasser bilden das Saligenin. *Piria* stellte durch Zersetzung des Salicins eine ölige Säure dar, welche er Salicylwasserstoff nannte. Später ergab es sich, dass dieser Körper identisch sei mit einem andern, welchen *Löwig* als Spiroylwasserstoff beschrieben und welcher in dem äetherischen Oele der Spiraea Ulmaria enthalten ist. Die Formel des Salicyls ist $C_{14} H_{10} O_4$.

Beide, das Spiräaöl sowol, als das Bittermandelöl, sind nicht in den Pflanzen schon gebildet vorhanden, sie werden vielmehr erst durch die Destillation erzeugt. Durch Alkohol kann man einen krystallinischen Körper aus den bittern Mandeln ausziehen, den man Amygdalin genannt hat. Nach der Entfernung dieses Körpers liefern die bittern Mandeln durch Destillation mit Wasser kein ätherisches Oel. Bringt man jedoch das Amygdalin mit dem Emulsin (dem proteinhaltigen Körper der Mandeln) zusammen und befeuchtet beide mit Wasser, so nimmt man sogleich den Geruch nach bittern Mandeln wahr und zugleich die Bildung des ätherischen Oeles. Dieses Oel ist stickstoffhaltig. Aehnlich verhält es sich mit dem ätherischen Senföl, welches auch noch schwefelhaltig ist. Diese Thatsachen werfen wenigstens einiges Licht auf die Bildung der ätherischen Oele. Auch die trockne Destillation beweist, dass sich aus den verschiedenartigsten orga-

nischen Substanzen ätherische Oele (und Harze) bilden können. In ähnlicher Weise mögen Sonnenwärme und Sonnenlicht auf die immer in Bewegung begriffenen organischen Moleküle wirken, wodurch die Desoxydation derselben und ihre Bildung zu ätherischen Oelen bewirkt wird. Sonach wäre aber auch die Ausscheidung von Sauerstoff mit der Erzeugung dieser Gebilde verbunden und die Entwickelung dieses Gases nicht von einer einzelnen Thätigkeit abhängig.

Viele Pflanzen bilden ihre ätherischen Oele nur in ihren äussern dem Licht und der Wärme am meisten ausgesetzten Zellen, dunsten es sogleich aus und verbreiten dadurch einen Wohlgeruch um sich herum, z. B. die blühenden Bohnenfelder, Rübsenfelder, Veilchen, Narcissen, Rosen, Lilien, Levkoien u. s. w. Andere bergen es in ihrem Innern und dann verbreitet es sich entweder in mehr oder weniger erweiterten Intercellulargängen, wie das Terpentinöl, das Zimmtöl, die balsamischen Oele u. s. w. Wieder andere haben ihr ätherisches Oel von besondern Zellen umschlossen, welche sich zwischen den parenchymatischen Zellen oder auch äusserlich als sogenannte Oeldrüsen erscheinen. Hierher gehört das Oel im Rhizom und den Blättern von Acorus Calamus, im Kraute der Labiaten (Mentha, Melissa, Salvia, Thymus), die Oeldrüsen bei Dictamnus albus, Ruta graveolens, Citrus u. a. Pflanzen. Endlich werden auch noch bei manchen die Oele an der Oberfläche und an den Haaren in sehr kleinen mikroskopischen Tröpfchen ausgeschwitzt und diese von einer unregelmässigen Schleimmasse umgeben, wie bei Salvia officinalis. (Taf. 1. Fig. 2. a. b. Taf. 9. Fig. 3. 4. a. a. Taf. 16. Fig. 2.)

§. 360.

31. Die Harze. Wenn die fetten Oele als Substanzen betrachtet werden können, welche sich weiter an den organischen Bewegungen des Pflanzenlebens betheiligen, so kann dasselbe von den ätherischen Oelen nicht mehr gesagt werden; sie müssen vielmehr als für die fernere Vegetation untaugliche Excrete betrachtet werden. Als solche gehen dann aber auch Veränderungen mit ihnen vor, welche dem eigentlichen engern Pflanzenleben nicht angehören, sondern rein chemischer Natur sind. Denn dieselben Veränderungen gehen auch vor, wenn die Oele von der Pflanze getrennt sind und im isolirten Zustande gewissen Einwirkungen ausgesetzt werden. Alle ätherischen Oele besitzen die Eigenschaft Sauerstoffgas aus der atmosphärischen Luft (oft in sehr grosser Menge) zu absorbiren und sich dadurch theilweise

oder auch ganz in Harze zu verwandeln. Erfolgt diese Veränderung nur theilweise, so entstehen dickflüssige Gemenge von Harz und Oel, welche aus den Pflanzen entweder freiwillig oder in Folge äusserer Verletzungen ausfliessen und bei den Zapfenbäumen Terpentine, bei andern Balsame genannt werden. Auch bei dem freiwilligen Verdunsten der ätherischen Oele an der Pflanze scheint die Zersetzung derselben durch den Sauerstoff der Luft stattzufinden. Wenigstens schreibt man die in den Blumenscheiden der Colocasia odora sich erzeugende Wärme dem Verbrennen der Dämpfe eines ätherischen Oeles zu. (*Link*, Phil. bot., II, 543.)

Nach *Heldt* soll die Harzbildung auf folgende Weise stattfinden: 1) Durch Aufnahme von Sauerstoff werden bei dem ätherischen Oele eine gewisse Anzahl Wasserstoffäquivalente abgeschieden und durch gleiche Aequivalente Sauerstoff ersetzt. 2) Es findet dieselbe Veränderung statt, nur mit dem Unterschiede, dass das neue Product zugleich Wasser aufnimmt. 3) Dieselbe Veränderung wie bei 1, aber statt des Wassers nimmt das Product noch mehr Sauerstoff auf. 4) Das Product von 3 nimmt noch Wasser auf. 5) Entstehen auch Harze, wenn die ätherischen Oele bloss Wasser aufnehmen.

Bei (allen?) diesen Veränderungen wird CO_2 entwickelt und zwar oft in grosser Menge. Es mag daher wol ein grosser Theil der CO_2, welche die Pflanzen im Dunkeln entwickeln, durch die Zersetzung der ätherischen Oele herrühren und mit der Harzbildung in Verbindung stehen.

Die Harze sind demnach grösstentheils Oxydationsproducte der ätherischen Oele und in Folge davon besitzen auch diejenigen, welche nicht durch gleichzeitige Aufnahme von Wasser in einen neutralen Zustand versetzt worden sind, saure Eigenschaften. Diese verbinden sich mit Basen zu Salzen und ihre Auflösung in Weingeist röthet Lackmus. Ein solches Harz ist das Colophon, welches nach und nach aus dem Terpentinöl durch Einwirkung von Sauerstoff entsteht. Es ist aber keine einfache Substanz, sondern ein Gemeng mehrerer Harze mit sauren Eigenschaften, welche man Silvinsäure, Pininsäure, Colopholsäure u. s. w. genannt hat. Die Bildung der Silvinsäure kann man sich auf folgende Art erklären:

2 Aequiv. Terpentinöl = $C_{40}\ H_{64}$ nehmen 6 Aequiv. O auf, dadurch entstehen 1 Aequiv. Silvinsäure = $C_{40}\ H_{60}\ O_4$ und 2 Aequiv. Wasser = $H_4\ O_2$. Man sieht daraus, dass die dem Terpentinöl entzogenen H_4 durch O_4 ersetzt worden sind. Weiteres kann man hierüber nachlesen bei *Mulder* (l. c., p. 892 fg.) und in

den verschiedenen Artikeln von *Liebig's* Handwörterbuch der Chemie.

Vielleicht alle natürlichen Harze sind Gemenge mehrerer Harze, von denen mehrere Krystallform annehmen. Sie sind im Wasser meist unlöslich, dagegen auf verschiedene Art löslich in Weingeist, Aether, ätherischen oder fetten Oelen, oder auch in Alkalilösung. Durch die verschiedenen Lösungsmittel werden auch die verschiedenen Harze von einander getrennt.

Wir haben schon erwähnt, dass viele Harze ausschwitzen und ausfliessen. In den Pflanzen sind diese meist in den erweiterten Intercellulargängen oder auch in sogenannten Harzgängen, z. B. bei Pinus (Taf. 12. Fig. 3. b.) enthalten. Bei der Jalappenwurzel bricht es nicht hervor, sondern ist in mehr oder weniger verschmolzenen Tropfen in den Intercellularräumen abgelagert (Taf. 1. Fig. 4.). Endlich kommt es auch in den Zellen vor (Aloë) und *Mulder* vermuthet, dass es in diesen Fällen durch die Einwirkung des in den Pflanzen entwickelten Sauerstoffs auf ein ätherisches Oel sich bilde. Diese Ansicht scheint durch die Harzbildung in der Curcuma (wo das gelbe Harz von Zellen eingeschlossen ist) bestätigt zu werden.

§. 361.

32. Extractivstoffe. Es gibt eine Anzahl Stoffe, welche weder Säuren noch Alkaloide, weder Fette noch Oele und Harze sind, kurz Stoffe, deren nähere Eigenschaften man noch weiter nicht kennt und die man, weil sie sich in den wässerigen Auszügen der Pflanzensubstanz finden, diese braun färben u. s. w., mit dem Namen Extractivstoffe belegt hat. Man kann aber diese Gruppe ebenso wenig genau bezeichnen, wie die andern Gruppen von Körpern, die wir schon betrachtet haben und noch betrachten werden, ein Beweis, dass die bisherige Eintheilung dieser Körper überhaupt sehr mangelhaft ist. *Scheele's* „materia saponacea", welche in den Citronen- und Pomeranzenschalen enthalten ist und bitter schmeckt, gehört hierher. Durch Schütteln der Auflösung in Wasser erzeugt sie Schaum, wie Seifenwasser. Alle Pflanzenextracte besitzen diese Eigenschaft mehr oder weniger. Man nimmt an, dass der sogenannte Extractivstoff in den Pflanzen farblos sei, dass aber durch äussere Einwirkungen derselbe vielfach verändert werde. In Folge dieser Veränderungen unterschied man früher einen gummiartigen, harzigen, färbenden, gerbenden, zusammenziehenden, kratzenden, scharfen, bittern, süssen, narkotischen, sauren, je nachdem er diese oder

jene chemische Eigenschaften, oder einen besondern Geschmack u. s. w. besass. Aber die Anzahl dieser Arten wurde immer geringer, seitdem man die verschiedenen Harze, Farben, die scharfen und bittern Stoffe als besondere Säuren (Gerbsäure, Quellsäure, Huminsäure) oder Alkaloide, oder indifferente complexe Verbindungen, wie das Salicin u. s. w., kennen gelernt hatte, so dass die Arten des Extractivstoffes sich sehr verringert haben und der Ausdruck eigentlich nur noch auf nicht krystallinische noch ganz unbekannte Verbindungen sich erstreckt, welche vielleicht vorherrschend gummoser Natur sind und von denen vielleicht die folgenden Körper — Gerbsäure, Farbstoffe u. s. w. — Zersetzungsproducte sind. (Vergl. §. 393.)

§. 362.

33. Erythrin, Orcin, Lecanorin, Flechtenbitter. In den Flechten findet man eine besondere Art von Körpern, welche die Eigenthümlichkeit besitzen, durch Einwirkung des Ammoniaks und der atmosphärischen Luft eine rothe oder violette Farbe anzunehmen. Auch werden von diesen Körpern verschiedene Säuren (Erythrinsäure, Lecanorsäure, Orseillesäure, Everninsäure, Usninsäure u. s. w.) abgeleitet, welche vielfachen Veränderungen theils beim Vegetationsprocess, theils beim Abscheidungsprocess unterworfen sind, daher man ihre wahre Natur noch nicht kennt. *Stenhouse, Heeren, Kane, Schunk* und Andere haben sich mit diesen Untersuchungen beschäftigt, aber ihre Arbeiten weichen mehr oder weniger von einander ab. Die oben genannten Körper sind an sich farblos und grösstentheils krystallisirbar, färben sich aber unter den oben angegebenen Umständen roth. Hierauf beruht die Benutzung der Flechten zu Orseille und Lackmus. In der Flechte selbst durchdringen diese Substanzen die Zellensubstanz und können durch Wasser, Aether, Alkohol oder Alkalien theilweise ausgezogen werden. Die Betrachtung des Lackmus unter dem Mikroskope und die Behandlung desselben mit Säuren, Alkalien und verschiedenen Auflösungsmitteln bestätigt die eben ausgesprochene Ansicht.

Es schliessen sich übrigens die oben genannten Körper an das Phlorrhizin und Salicin (§. 351) an. Im Lackmus ist das Orcin in einen andern Körper, das Orcein, verwandelt. Aehnlich ist es mit dem Phlorrhizin, welches durch Einwirkung des Ammoniaks und des Sauerstoffs in einen schön blauen Körper — Phlorrhizein — verwandelt wird. Diese Thatsachen werfen gleichzeitig einiges Licht auf die Entstehung der sogenannten Farbe-

stoffe in den Pflanzen. Ich vermuthe auch, dass die braune Färbung des Pflaumenholzes von einer Modification des Phlorrhizins herrühre.

§. 363.

34. Gerbstoffe, Gerbsäuren. Unter diesem Namen werden eine Anzahl von Körpern verstanden, welche zum Theil unkrystallinisch sind, zusammenziehend schmecken, Lackmuspapier schwach röthen und mit Leim eine compacte im Wasser unlösliche Masse bilden, die das Leder geschmeidig und wasserdicht macht. Diese Körper sind ziemlich allgemein verbreitet, aber in ihren Eigenschaften so veränderlich, dass es unmöglich ist, sie überall mit Genauigkeit bestimmen zu können. Eine der allgemeinsten Eigenschaften ist wol die noch, dass sie ursprünglich farblos und im Wasser löslich sind, in Berührung mit dem Sauerstoff der Luft aber mehr oder weniger gefärbt erscheinen. Daher auch ein Theil von ihnen in diesem veränderten Zustande als Farbestoffe gelten und als solche vielfache praktische Anwendung finden. Dehnen wir den Begriff dieser Substanzen nach dieser letztern Eigenschaft aus, so können wir unter dieser Rubrik eine Anzahl sogenannter Farbestoffe mit behandeln, deren Entstehung sich an die Bildung der Flechtenfarben anschliesst. Aber dann besitzen nicht alle diese Körper die Eigenschaft das Leder zu gerben in einem besondern Grade. Die besondere Reaction auf Eisensalze, welche früher fast allein zur Erkennung der Gerbsäuren diente, hat nur noch Werth zur Erkennung einzelner Arten desselben, nicht der Gattung. Darin stimmen jedoch alle diese Körper mit einander überein, dass sie im oxydirten Zustande unlöslich im Wasser sind und ihre gerbenden und zusammenziehenden Eigenschaften verlieren. Mehrere bilden in diesem Zustande bei den Extracten das sogenannte Apothema oder oxydirten Extractivstoff.

Zu den Gemengen von Apothema und mehr oder weniger veränderten Gerbsäuren gehört auch das Kino und Catechu, welche als Farbe- und Arzneimittel Anwendung finden. Jenes hat eine dunkelrothe und dieses eine braune Farbe. Beide sind die eingetrockneten Säfte verschiedener Bäume. Das letzte kommt von Mimosa Catechu. Es scheinen die Gerbsäuren keineswegs das Resultat geringer Vitalitätserscheinungen zu sein, denn gerade im reinsten und unzersetzten Zustande, so wie am reinlichsten findet man sie nur im frischen Safte jugendlicher, kräftig vegetirender saftiger Zellen, wovon die jungen saftigen (nicht die

alten verholzten, oder schwammig lockern und trocknen) Galläpfel und die jüngsten Eichentriebe sowol, als auch die grünen saftigen Wallnusshüllen den unumstösslichen Beweis liefern. Die ältere Eichenrinde und die Gerbsäure führenden Hölzer enthalten die Gerbsäuren immer nur in einem schon veränderten Zustande. Die Zellenwandungen aller dieser Hölzer, so wie die der grünen Wallnussschalen sind in der Jugend und oft auch beim frischen Holze ganz farblos. Aber sie werden erst bei nachlassender organischer Thätigkeit von der Gerbsäure durchdrungen und dann der Träger derselben. Daher kommt es, dass manche dieser Hölzer ihre anfangs helle Farbe durch längere Berührung mit der Luft in eine dunklere umändern, wie z. B. das Gelbholz, das Fernambukholz, das Eichenholz, das Wallnussholz, das Cedernholz, das Mahagoniholz, das Sandelholz u. m. a. Bei allen diesen Hölzern ist die Zellensubstanz durch eine gerbsäureartige Substanz gefärbt. Bei dem Ebenholze beruht jedoch die Schwärzung auf der dunkeln Färbung der proteinhaltigen Innenzelle, ähnlich den Pigmentzellen bei der Froschlarve. Bei den Galläpfeln, Cystosireen und Polysiphonien ist es ähnlich. Die Zellenhäute der Galläpfel erscheinen anfangs ganz frei von Gerbsäure, benetzt man sie mit Eisenoxydlösung, so werden nicht die Zellenwände, sondern die Proteinsubstanzen in den Zellen geschwärzt, erst nach einigen Tagen stellt sich die dunkelblaue Färbung der Zellenhäute dar; bei Cystosira ist die innere Proteinzelle in der lebenden Pflanze ganz hell, fast farblos, sie färbt sich aber, während man sie unter dem Mikroskop betrachtet, ganz dunkelbraun. Ich habe diese Substanz früher „Fucin" genannt. Ich glaube aber jetzt, dass die Färbung der Gegenwart einer Art Gerbsäure zuzuschreiben ist. Aehnlich verhält es sich mit dem Schwarzwerden der Polysiphonien nach dem Trocknen. Das Schwarzwerden vieler Pflanzen nach dem Trocknen (der Melampyrumarten im Herbarium), so wie auch das Blauwerden (bei Mercurialis perennis) beruht sicher auf ähnlichem Grunde, beim schwarzen Thee ist es gewiss. Die Gerbsäuren nehmen durch Aufnahme von Sauerstoff gar verschiedene Farben an. Die Moringerbsäure (Morus tinctoria), worüber erst vor Kurzem eine schöne Arbeit von *R. Wagner (Erdm.* Journ., 1850, No. 17 und 18) erschienen ist, steht mit dem Morin in nächster Beziehung. Jedenfalls ist dasselbe der Fall zwischen den Farbestoffen und Gerbsäuren der andern Farbehölzer. Aehnlich dem Morin, ist das Visetgelb, das Rumicin, Rhaponticin, Rhabarbarin und Luteolin. Ja ich möchte sogar hierzu noch die Farbekörper des Krapp und Indigo rechnen.

Beim Gelbholze (Morus tinctoria) findet sich nach *R. Wagner* die Moringerbsäure neben dem von *Cheuvreul* entdeckten Morin. Dieses bildet im reinen Zustande ein weisses krystallinisches Pulver, wie das Salicin, Phlorrhizin und die Erythrinsäure, es ist in den äussern Holzschichten des Stammes enthalten und hier an Kalk gebunden. An der Luft, nicht am Lichte, wird es gelb. Die Moringerbsäure bleibt in der Flüssigkeit zurück, aus welcher sich der Morinkalk abgeschieden hat. Sie bildet aber auch zum grössten Theil eine eigenthümliche Ablagerung in der Mitte der Blöcke des Gelbholzes. Man kann diese Substanz aus den der Länge nach gespaltenen Stücken mit dem Meisel herausnehmen. Sie ist schmutzig gelb, an andern Stellen fleischroth, rothbraun, blätterig und krystallinisch. Alle diese Erscheinungen sind gewiss nur Modificationen desselben Körpers, wie die natürlichen Harze. Es mag mit dem Catechu und Kino dieselbe Bewandtniss haben, wie mit der erwähnten Ablagerung der Moringerbsäure.

Wie gross übrigens die Zahl der Gerbsäuren, die bis jetzt nur zum kleinsten Theil gekannt sind, sein müsse, beweist, dass nach *Stenhouse's* Untersuchungen die Gerbsäure der Eichenrinde von der der Galläpfel verschieden und dass letztere neben der gewöhnlichen (Ellagsäure) noch die Gelbgerbsäure besitzen.

Mehrere Gerbsäuren gehen in Gallussäure über. Die Formeln mehrer dieser Säuren sind nach *Laurent* folgende:

Gallussäure . . . . = $C_{14}\ H_6\ O_{10}$.
Gerbsäure . . . . = $C_{14}\ H_6\ O_{10}$.
Pyrogallussäure . . . . = $C_{12}\ H_6\ O_6$.
Catechugerbsäure . . . = $C_{18}\ H_{10}\ O_{10}$.
Moringerbsäure . . . . = $C_{18}\ H_8\ O_{10}$ *(Wagner)*.
Brenzcatechin . . . . . = $C_{16}\ H_{10}\ O_6$.
Kaffeegerbsäure . . . . = $C_{20}\ H_{12}\ O_{10}$.

Ich erwähne übrigens noch, dass Kino, Catechu, Moringerbsäure, der Gerbstoff des Sandelholzes und andere harzige Eigenschaften besitzen. Es gehen die harzigen Säuren in die gerbenden unmerklich über.

§. 364.

35. Xanthin, Rubiaceensäure und **Alizarin.** Der Durchschnitt einer frischen Krappwurzel sieht nicht roth, sondern gelb aus, am intensivsten nach aussen. Diese äussern Zellen sind mit Protein- und andern Körnchen gefüllt, welche gelb gefärbt sind. Diese Farbe wird aber an der Luft und bei der getrockneten

Wurzel dunkler, sie geht ins Rothe und Bräunliche über. Die neuesten Untersuchungen von *Schunk* und *James Higgin* (*Erdm.* Journ., 1849, No. 1) lassen keinen Zweifel übrig, dass die frische Krappwurzel nur Xanthin (den gelben Farbestoff) enthält; aber durch die sogenannte Gährung in den Fässern, welche vom dritten bis zum fünften Jahre ihren höchsten Punkt erreicht, verbessert er sich, d. h. das Xanthin verändert sich in Rubiaceensäure, und diese in Alizarin. Diese Veränderungen werden namentlich beim holländischen Krapp bemerkt, welcher besonders reich an Xanthin ist. Die Umänderung des erstgenannten Körpers in die beiden folgenden beginnt auch schon beim gewöhnlichen Einweichen in Wasser. Auch das Schönen der schon gefärbten Zeuge beruht auf der Zerlegung jener Körper in Alizarin. Die Harze, welche *Schunk* im Krapp nachgewiesen, sollen nach *Higgin* ursprünglich nicht darin enthalten sein, sondern erst während der chemischen Behandlung der Wurzel erzeugt werden.

§. 365.

36. Indig. Es gibt viele Pflanzen, welche in ihren Zellen einen farblosen Körper aufgelöst (?) enthalten, der sich aber verändert, sobald er mit der atmosphärischen Luft in Berührung kommt. Diese Veränderung besteht darin, dass er sich in Pulver- oder körniger Form ausscheidet und dabei eine blaue Farbe annimmt. Diesen blauen Farbenkörper hat man schon seit 2000 Jahren gekannt, denn römische Schriftsteller erwähnen ihn unter dem Namen Indicum und Color indicus, woraus Indigo und Indig entstanden. Die Araber nennen ihn Anil (Blau). Er wird in Ostindien aus mehreren Indigoferaarten (I. tinctoria, I. pseudo-tinctoria, I. disperma, I. argentea, I. hirsuta) gewonnen. Er ist aber auch in andern Pflanzen enthalten, z. B. Isatis tinctoria, welche bei uns desshalb cultivirt und zur Waidküpe benutzt wird, während die in Schweden cultivirten Pflanzen, nach dem Zeugniss von *Berzelius*, keinen Indig enthalten sollen; ferner Polygonum tinctorium, Nerium tinctorium, mehrere tropische Orchideen (Tankervillia cautonensis, Limodorum veratrifolium u. s. w.), Asclepias tingens, Marsdenia tinctoria, Spilanthus tinctorius u. m. a. Vielleicht gehört auch das schon oben erwähnte Blauwerden der Mercurialis perennis und mehrerer Rhinantheen mit hierher.

Der Indig ist ein Gemenge von mehreren Körpern. Er besteht aus dem Indigblau, Indigroth (harzähnlich und von Alkohol ausziehbar), Indigbraun (durch Alkalien ausziehbar) und Indigleim.

Das Indigblau besteht aus C_{16} H_{10} N_2 O_2. Bei den Färbern wird durch eine eigenthümliche Gährung, welche mit Waid, Krapp und Kleie (Waidküpe) angestellt wird, der Indig entfärbt. Er nimmt dabei H_2 auf, wodurch er nach der Ansicht *Doebereiner's* und *Chevreul's* in eine Wasserstoffsäure, die sie Isatinsäure nennen, verwandelt wird. Andere nennen diese Verbindung Indigweiss. Sie besitzt die Eigenschaft, sich mit Basen zu verbinden, und besteht aus C_{16} H_{12} N_2 O_2. Man glaubt, dass dieselbe ursprünglich im Zellensafte der oben genannten Pflanzen aufgelöst und an eine Base gebunden sei. Wenn man sie der Luft aussetzt, so verliert sie H_2 und wird blau.

So wie die Harzsäuren, die Flechtensäuren, die Gerbsäuren u. s. w. mit gewissen „Bitterstoffen", z. B. Aloebitter, Picamar, Flechtenbitter, Rhabarberbitter, Eichenrindenbitter, correspondiren, so entspricht dem Indigblau das *Welter'sche* Bitter oder die Picrinsäure, welche man durch Einwirkung der Salpetersäure auf Indigblau erhält. Derselbe Körper bildet sich aber auch durch Einwirkung der Salpetersäure auf Salicin.

§. 366.

37. Phykokyan. Dieser Körper ist noch nicht genau erforscht. Ich habe zuerst auf ihn aufmerksam gemacht („Phycol. generalis", S. 20). Er ist nicht fertig gebildet in den Pflanzen enthalten, sondern erzeugt sich erst als blauer Körper in Berührung der Pflanzen mit der Luft, in ähnlicher Weise, wie das Indigblau. Ich nehme daher an, dass er entfärbt und aufgelöst im Zellensafte enthalten sei. Er findet sich bei Lemania und Thorea. Diese Pflanzen sehen grün oder grünlich im Leben aus; getrocknet nehmen sie aber (jene oft, diese immer) eine schön blaue oder dunkel violete Färbung an. Das Mikroskop zeigt, dass besonders der Zelleninhalt, die körnigen oder soliden Massen, diese Färbung angenommen haben. Die Zellenwände selbst sind farblos. Lässt man die Pflanzen frisch und feucht auf einander liegen und einige Tage gähren, so sammelt sich unten im Gefässe eine blaue Auflösung. Diese bleibt klar, bis sie eintrocknet, und behält ihre blaue Farbe unverändert. Alkalien machen diese Farben sogleich verschwinden, während Säuren sie herstellen. Ist bei der eingetrockneten Masse noch ein Stich ins Rothe vorhanden, so verschwindet dieser durch eine Säure und die Farbe erscheint rein Blau. Die blaue Farbe wird jedenfalls durch die in Folge der Gährung gebildete Säure

hervorgerufen und der Stoff scheint, wie das Indigweiss, im Zellensafte mit einer Base verbunden zu sein.

Ich habe früher angenommen, dass derselbe blaue Farbstoff bei den Oscillarinen, Nostochinen und andern niedern Algen schon fertig gebildet vorhanden sei und dass er hier die eigenthümlichen blaugrünen und spangrünen schönen Färbungen des Zelleninhaltes hervorrufe. Ich gründete diese Meinung darauf, dass die Oscillarien, wenn man sie übereinander liegen lässt, ihren Farbstoff aufgelöst ausfliessen lassen und das Papier blau, violet oder roth (O. rubescens) färben. Diese Färbung wird auf dem Papier durch Alkalien entfernt und entsteht wieder durch Säuren, wie beim Phykokyan. Aber der Umstand, dass manche frische und lebende Oscillarien mit Salzsäure ihre Farbe in ein schmutziges Gelbbraun umändern, macht die Gegenwart des gefärbten Phykokyans in manchen Oscillarien etwas zweifelhaft. Bei den Euactis-, Schizosiphonarten und ihren Verwandten bleibt jedoch die blaugrüne Farbe durch Salz und Schwefelsäure unverändert.

§. 367.

38. Das Phykoerythrin scheint sich zum Phykokyan wie das Flechtenroth zu dem Lackmusblau zu verhalten. Es ist statt des Phykokyans in einigen Oscillarien, z. B. O. rubescens, Mougeotii enthalten, und da, wo es mit diesem zugleich auftritt, bildet es den color amethysteus und chalybeus, der bei vielen Arten mit dem c. aerugineus wechselt. Dann kommt es aber auch fast allgemein in den rothen Meertangen (den Heterocarpeen) vor, wo es auf gleiche Weise wie das Phykokyan durch Gährung ausfliesst. Alkalien entfärben das Phykoerythrin und Säuren stellen seine Farbe wieder her. Zieht man bei den rothen Tangen vorher das Chlorophyll mit Aether aus, so bleibt das Phykoerythrin zurück. Es ist hier an die Zellenkügelchen (Protein) gebunden. Behandelt man jetzt den Tang mit Aetzammoniak, so wird die ganze Pflanze, wenn keine andern Farbekörper vorhanden, entfärbt und weiss. Säuren stellen die rothe Farbe wieder her.

39. Das Phykohämatin. Es ist von mir jetzt bloss in Rytiphlaea tinctoria aufgefunden. Die Exemplare, welche ich einige Stunden nach ihrer Herausnahme aus dem Meere in Genua untersuchte, zeigten ihre Zellenwände ganz von diesem Stoff durchdrungen. Er löst sich leicht vom Wasserausziehen und wird, wenn der Auszug durch Abdampfen concentrirt worden ist, durch Alkohol in rothen Flocken niedergeschlagen, welche getrocknet eine

dunkelblutrothe oder kirschrothe Masse bilden, mit einem Stich ins Bräunliche. Alkohol und Aether lassen diese Substanz ungelöst und färben sich gar nicht davon. Aetzammoniak löst sie auf mit Verschönerung der Farbe. Säuren verändern seine Farbe in hellrothes Orange. An der Luft bleicht die Farbe aus. Eine genauere Untersuchung dieses so wie der beiden vorigen Körper wäre dem Chemiker sehr zu empfehlen.

§. 368.

40. Unter den harzigen rothen Farbstoffen sind besonders das Draconin, im Drachenblute, das Santalin, im Sandelholze, die Anchusasäure, in den Rindenzellen der Wurzel von Anchusa tinctoria, und das dunkelrothe Harz in den Drüsenzellen der Blumentheile von Hypericum perforatum, montanum u. s. w. zu erwähnen.

Das **Santalin** ist in den Holzzellen des Stammes von Pterocarpus santalinus enthalten, die es ganz ausfüllt, in Form einer homogenen dunkelrothen Masse. Auch die Zellenwände sind roth, aber heller, gefärbt und ich vermuthe, dass diese Färbung mehr von einem den Gerbsäuren näher verwandten Körper herrühre.

Das **Anchusin** oder die **Anchusasäure** ist in den Zellen auf den proteinhaltigen Zellenkügelchen abgelagert. Sie umgibt dieselben wie eine Rindenschicht. Aether löst dieselbe vollständig auf, lässt die Kügelchen farblos zurück, während die rothe Aetherlösung sich auf dem Objectträger ausbreitet und die Anchusasäure nach freiwilligem Verdampfen als ein schön dunkelrothes unkrystallinisches Harz zurücklässt. Seine Formel ist: $C_{35}\ H_{40}\ O_8$ (*Bolley* und *Wydler*).

Alkannagrün. Wird die Alkannawurzel (Anchusa tinctoria) mit Alkohol ausgezogen und der Auszug eingetrocknet, so erhält man einen schwarzgrünen Rückstand, aus welchem das Wasser einen braungefärbten Körper auszieht. Wird der abermalige Rückstand mit Wasser so lange behandelt, bis dieses farblos erscheint, so zieht Aether aus demselben eine schöne grün gefärbte Substanz aus, welche nach dem Verdampfen des Aethers zurückbleibt und von *Bolley* und *Wydler* Alkannagrün genannt worden ist. Seine Formel ist: $C_{34}\ H_{44}\ O_8$.

Das **Hypericumroth** ist ein weiches Harz, welches aus den Blumen mit Alkohol ausgezogen werden kann. Man kann es aus den frischen Blüten schon zwischen den Fingern auspressen, welche dadurch eigenthümlich dunkelblutroth gefärbt werden. Es besitzt einen eigenthümlichen würzigen Geruch, welcher jedenfalls von einem ätherischen Oele herrührt.

§. 369.

41. Das Saffrangelb oder **Polychroit** in den Narben des Crocus sativus ist in Wasser und Alkohol löslich. Es ist im Zellensafte enthalten.

Das **Carthamin** kommt mit dem **Saflorgelb** als orangeroth gefärbter Saft in den Zellen der Blumen von Carthamus tinctorius vor.

Das **Flechtengelb (Parietin)**, aus Parmelia parietina und andern Flechten kann mit Alkohol ausgezogen werden, und krystallisirt nach dem Verdampfen desselben in langen glänzenden Blättchen oder in gelben Nadeln heraus. Es ist in der gonimischen Zellenschicht enthalten und in den runden Zellen an den Inhalt abgelagert, wie bei grünem Zelleninhalte das Chlorophyll. Durch längeres Kochen mit Wasser löst sich ein Theil auf, der nach dem Erkalten als eine rothe krystallinische Masse sich ausscheidet. Dieser rothe Körper löst sich in Schwefelsäure, so wie in ätzenden und kohlensauren Alkalien mit rother Farbe auf. Das Parietin wird durch Ammoniak roth gefärbt. *Thomson* glaubt, dass das Parietin das (harzige) Oxyd eines (hypothetischen) Oeles sei, und ich vermuthe, dass dieses Oel wirklich in den Zellen des Chroolepus iolithus und seiner verwandten Arten vorkomme. Diese Vermuthung gründet sich theils auf den Veilchengeruch, den die Chroolepusarten zum Theil besitzen, theils auch darauf, dass man die Oeltröpfchen mit goldgelber Farbe in den Zellen zwischen Proteinsubstanzen liegen sieht, die mit Alkohol und Aether ausgezogen werden können. Nach freiwilligem Verdunsten in einem Uhrgläschen bleibt eine ölig-harzige (balsamartige) Substanz von orangerother Farbe zurück. Mit der Zeit bleicht die Farbe derselben aus. Diese kleinen wohlriechenden Pflänzchen überziehen fast alle Granit- und Gabbroblöcke des Brockenfeldes im Oberharze, der Alpen, Sudeten und anderer hoher Gebirge mit einer orangerothen Farbe, welche sich auch den Fingern mittheilt, wenn man mit der Hand darüber streicht. Eine genaue Untersuchung dieses Oeles wäre wol zu wünschen.

Thomson glaubt nach den mit dem Parietin und dem Parietinoxyd vorgenommenen Analysen, das Parietinöl durch die Formel C_{40} H_{16} ausdrücken zu können. Dieses besitzt folgende Oxydationsstufen:

Parietinsäure . . = C_{40} H_{16} O_{12} (*Rochleder* und *Heldt*).
Parietin . . . . = C_{40} H_{16} O_{14}.
Parietinoxyd . . = C_{40} H_{16} O_{16}.

§. 370.

42. Chlorophyll, Erythrophyll und Xanthophyll, oder **Blattgrün, Blattroth und Blattgelb.** Diese drei Körper sind von den gefärbten die wichtigsten, weil von ihnen die Farben der Blätter und zum Theil auch der Früchte, überhaupt der meisten Pflanzentheile, herrühren. Wenn man die Blätter und Fruchthäute mikroskopisch untersucht, so bemerkt man, dass in den äussern, dem Lichte ausgesetzten Zellen gefärbte Zellenkügelchen enthalten sind. Diese hat man im Allgemeinen mit dem Namen Farbmehl, Chromül, belegt. Die grünen oder rothen Kügelchen sind nicht der Farbkörper selbst, sondern die Unterlage desselben, der Kern, ist entweder ein Protein- oder Stärkekörperchen, welches mit einer dünnen Wachsschicht bekleidet ist, die zugleich den Träger der genannten Farbkörper bildet. „Chlorophyllbläschen", von denen *Naegeli* spricht, gibt es nicht.

Uebergiesst man frische grüne Blätter mit Aether, so zieht derselbe das Chlorophyll mit dem Wachs aus. Wird diese Lösung verdampft und der Rückstand wiederholt mit Alkohol behandelt, die letztere Lösung wieder verdunstet, der Rückstand mit heissem Alkohol gelöst, so scheidet sich beim Erkalten eine Menge Wachs aus, und die davon abfiltrirte grüne Lösung hinterlässt nach dem Verdampfen eine Substanz, welche man in concentrirter Salzsäure auflöst und daraus durch Wasser wieder fällt. Der Niederschlag färbt das Wasser beim Auswaschen gelb. Er ist in Alkohol und Aether schwierig löslich, die Auflösung ist schwarzgrün und undurchsichtig. Concentrirte Kalilauge löst den grössten Theil mit einer schönen grasgrünen Farbe auf und hinterlässt eine schwarze Substanz. Wird die Lösung mit Essigsäure übersättigt, so fällt das Chlorophyll rein nieder. Beim Trocknen scheint dasselbe sich zu verändern und einen mehr blauen Ton zu bekommen; wenigstens hat die Auflösung des getrockneten Chlorophylls in Alkohol eine blaugrüne Farbe. Mit Aether verhält es sich ebenso. Concentrirte Schwefelsäure löst das Chlorophyll mit einer schön grünen Farbe auf; durch Zusatz von Wasser lässt die Auflösung das Chlorophyll wieder fallen. Salzsäure verhält sich ähnlich, nur lässt diese bei der Auflösung eine geringe Menge einer blassgelben Substanz zurück, das Xanthophyll. Doch ist dieser letzte Körper nicht in dem aus jungen frischen Blättern gewonnenen Chlorophyll enthalten, sondern erst in dem aus Herbstblättern dargestellten.

Das Chlor scheint das reine Chlorophyll in Wachs und einen

andern fetten Körper zu verwandeln und es wird daraus ersichtlich, dass das Wachs der grünen Pflanzentheile zum Theil aus dem Blattgrün erzeugt werden kann. An der Luft und im Lichte bleicht das Chlorophyll in getrockneten Pflanzentheilen aus. Es wird dabei jedenfalls in andere Stoffe zerlegt. Die Annahme, dass das Wachs zum Theil ein Product des Chlorophylls ist, wird durch die Thatsache unterstützt, dass bei den Blättern im Herbste, wenn sie gelb werden, der Wachsgehalt zunimmt.

Wenn eine Auflösung des Blattgrüns dem Sonnenlichte ausgesetzt wird, so färbt sie sich nach wenigen Stunden gelb. Auf dieselbe Weise scheint das Licht auf die grünen Früchte (Birnen u. s. w.) zu wirken, welche in der Reife gelb werden. Mit dem Gelbwerden soll die Wachsbildung aufhören. Das Gelbwerden der Blätter durch die herbstlichen Nachtfröste steht mit der Bildung desselben gelben Farbestoffs, des Xantophylls, in Verbindung.

Manche Blätter (z. B. von Pyrus) werden durch die Nachtfröste roth. Diese Veränderung steht mit der Bildung des Erythrophylls in Verbindung, desselben Körpers, welcher sich aus dem Chlorophyll bei den rothbäckigen Aepfeln und Birnen durch Wärme und Sonnenlicht erzeugt. Dieselbe Substanz färbt auch die Kirschen, Johannis- und Stachelbeeren u. s. w. Das Blattroth weicht von dem Roth der meisten Blumen ab, welches durch die Reaction der Säuren auf eine blaue Substanz erzeugt wird.

Wenn man reines Blattgrün in Salzsäure auflöst und diese Lösung der Einwirkung von Wasserstoff in statu nascenti aussetzt, indem man ein Stück Zink in die saure Flüssigkeit bringt und die atmosphärische Luft durch ein Gasleitungsrohr absperrt, so ändert sich die grüne Farbe in Gelb um. Wird die Flüssigkeit verdunstet, so wird sie wieder grün, doch nicht so intensiv wie vorher. Wärme verwandelt die grüne Substanz in eine rothe.

Mulder, dem ich nächst *Berzelius*, das Meiste über diese Substanzen entnommen habe, glaubt, dass die gelbe Färbung vieler Pflanzentheile auf einer Desoxydation des Chlorophylls beruhe. Diese Umänderung kann gewiss auf ebenso verschiedene Weise bewirkt werden, als die Zuckerbildung aus Stärkmehl (mittelst Säuren, Diastase, Frost u. s. w.).

Ein Mittelding zwischen Blattgelb und Blattroth scheint der nach Veilchen riechende, orangerothe, harzigölige Körper zu sein, welcher in kleinern oder grössern, zusammengeflossenen oder getrennten Tropfen in den Zellen des Chroolepus iolithus und der verwandten Arten vorkommt. Er lässt sich mit Alkohol ausziehen und die Auflösung hinterlässt nach freiwilligem Verdunsten

eine weiche Substanz, die an der Luft bald ausbleicht. Wegen Mangels an Material habe ich dieselbe nicht genau untersuchen können. Sie scheint mir ein verharztes ätherisches Oel, eine Art Balsam, zu sein. Manche Chroolepusarten, welche denselben Stoff enthalten (z. B. Chroolepus velutinum und Chr. oleiferum), ändern nach dem Trocknen ihre orangerothe Farbe in Grün um. (Vergl. §. 369.)

Nach *Decaisne* („Recherches anatom. et physiol. sur la Garance", 1837) soll das Xanthin in der Krappwurzel (Rubia tinctorum) sich aus Chlorophyll erzeugen. Es ist hiernach höchst wahrscheinlich, dass das Chlorophyll ein sehr veränderlicher Körper ist, der so verschieden ist, wie die Pflanze selbst, und wie die Harze und ätherischen Oele.

Das Chlorophyll der Blätter von Populus Tremula besteht nach *Mulder* aus C_{18} H_{18} N_2 O_8. Es kommt also dem Indigblau nahe. *Mulder* glaubt auch, dass das entfärbte Chlorophyll ein Hydrür sei und sich zu dem gefärbten verhalte wie der weisse Indig zum blauen.

Mulder erwähnt auch einer blauen Substanz, welche während der Zersetzung des Blattgrüns sich zeigte, als derselbe reines aus der salzsauren Lösung durch kohlensauren Kalk gefälltes Chlorophyll mit verdünnter Salzsäure auswusch. „Die schwachsaure Lösung enthielt nichts von einem grünen Farbstoff, sondern war sehr schön indigblau gefärbt. Jener blieb auf dem Filter zurück". Dass dieser blaue Körper seine Farbe nicht durch Säure ändert, erinnert an das Phykokyan (§. 366).

Der Stickstoffgehalt des Chlorophylls, so wie auch der Umstand, dass die proteinhaltigen Körperchen in den Zellen die gewöhnlichen Träger des Chlorophylls sind, sprechen dafür, dass dasselbe ein Zersetzungsproduct der Proteinstoffe vornehmlich durch Licht sei. Selbst da, wo das Stärkmehl, wie z. B. bei den Cladophoren und andern grünen Algen, so wie bei den der Luft und dem Lichte während der Vegetationsperiode ausgesetzt gewesenen Kartoffeln, mit Chlorophyll überzogen ist, muss eine Umkleidung des Amylons mit Proteinstoffen stattfinden, wie wir später sehen werden. Auch ist bekannt, dass alle frischen Stärkekörnchen aus dem Weizen und den Kartoffeln mehr oder weniger mit einer dünnen Proteinschicht (Kleber) noch umkleidet sind, von der sie nur sehr schwierig (bei der Fabrikation der Weizenstärke nur durch eine wochenlange Gährung) befreit werden können. Das etwas verschiedene Blattgrün der Flechten haben *Knop* und *Schnedermann* Thallochlor genannt.

§. 371.

13. Das Blumenblau, Blumenroth und Blumengelb sind von allen Farbekörpern diejenigen, welche ihre Farben am leichtesten verändern und am leichtesten durch das Licht oder die Luft ausbleichen lassen. Ich erinnere an die Glockenblumen, Veilchen, Schwertlilien, Boragineen, Rosen und viele andere bekannte Familien, deren Blumen daher auch oft mit weisser, rother und gelber Farbe abändern. Nur der blaue Farbstoff der Gentianen scheint ein anderer zu sein.

Eine solche blaue Blume wird durch Säuren erst violet und dann roth; durch Alkalien erst grün, dann gelb. Die gelbe Farbe der Rosa bicolor wird durch Säuren schön roth; durch Alkalien geht die rothe Farbe wieder durch Violet, Blau und Grün in Gelb über. Bei den Schwertlilien, Glockenblumen, Veilchen, Paeonien, Klatschrosen, Malven, Cactus, den blauen Heidelbeeren, Holunderbeeren, dem Rothkohl und vielen Andern kommen dieselben Erscheinungen vor. Alle diese Farbekörper besitzen gewiss einen gemeinsamen Grundstoff, welcher durch die im Zellensafte vorherrschend saure oder alkalische Reaction seine Farbe erhält. Es ist bekannt, dass man die Blumen der Hortensien am lebenden Stocke schön blau machen kann, wenn man Eisen in dem Wasser auflöst, womit man die Stöcke begiesst.

Die Blumen vieler Boragineen sind beim Aufbrechen roth, dann violet und zuletzt blau. Myosotis versicolor hat zuerst gelbe, dann rothe und zuletzt blaue Kronen. Der färbende Stoff ist hier meist in der Zellenflüssigkeit gelöst und füllt die ganze Zelle aus. Er kann mit Wasser und Weingeist ausgezogen werden. Man hat ihn nicht in Krystallen erhalten und kennt auch seine Zusammensetzung nicht.

Ueber seine Entstehung aus Chlorophyll könnte die Bereitung des blauen Farbestoffs aus Crozophora tinctoria einigen Aufschluss geben. Die meisten Blumenblätter enthalten in der Knospe Chlorophyllkörner und sind grün; man findet dann beim Aufbrechen der Blumen öfters noch grün und anders gefärbte Kügelchen in den Zellen, die aber zuletzt immer im Zellensafte zerfliessen und dann die Zelle mit farbiger Flüssigkeit erfüllen. Bei Crozophora tinctoria scheint sich die blaue Substanz auch erst durch Einwirkung von Luft und Ammoniak auf Chlorophyll zu bilden *(Liebig)*. Man bereitet aus dieser Pflanze im südlichen Frankreich die blauen Bezetten und Tournesol, indem man den Saft derselben dem Dunste faulenden mit Kalk vermischten

Urins und der Luft aussetzt, bis er die blaue Farbe angenommen.

§. 372.

44. Die Fruchtsäuren. Diese Bezeichnung ist zwar für die Gruppe der hier in Betrachtung kommenden Säuren unzulänglich, sie ist aber einmal vielfach in Gebrauch und mag schon desshalb genügen, weil wir keine bessern in Vorschlag bringen können. Auch mag es gestattet sein, neben den eigentlich sogenannten Fruchtsäuren, noch andere mit in die Erörterung hinein zu ziehen.

Wir haben es zunächst zu thun mit der

Weinsäure und Traubensäure	$= C_4\ H_4\ O_5$.
Aepfelsäure	$= C_4\ H_4\ O_4$.
Citronensäure	$= C_{12}\ H_{10}\ O_{11}$.
Aconitsäure, Equisetsäure, Fumarsäure, Flechtensäure .	$= C_4\ H_2\ O_5$.
Ameisensäure	$= C_2\ H_2\ O_3$.
Essigsäure	$= C_4\ H_6\ O_3$.

Alle diese Säuren kommen theils allein, theils mehr oder weniger mit einander vermengt in dem Zellensafte vor.

§. 373.

Die Weinsäure findet sich in den Weintrauben, Pflaumen, Tamarinden, Ananas, Pfeffer, Maulbeeren, im Sauerampfer, der Rhapontica (Rheum rhaponticum), Agave americana, den Quecken (Triticum repens), dem Löwenzahn, in der Krappwurzel, den Kartoffeln, und in Verbindung mit Kalk in den Knollen von Helianthus tuberosus, den Früchten von Rhus typhinum, der Krappwurzel, dem Quassiaholze und der Meerzwiebel. Auch in den zuerst genannten Pflanzen ist sie wol zum Theil mit Kali und andern Basen verbunden, doch aber meist frei, und verursacht dann den sauren oder säuerlichen Geschmack. Die Traubensäure ist wol nur in der Krystall- nicht in der Stoffform von der Weinsäure verschieden. Sie verhalten sich demnach zu einander wie der Graphit und Diamant.

§. 374.

Die Aepfelsäure. Sie findet sich nicht bloss in den Aepfeln, sondern in vielen sauren und säuerlichen Früchten und andern Pflanzentheilen, aber nie allein, sondern gewöhnlich in Begleitung von Weinsäure und Citronensäure. *Donavan's* acide sorbique,

welche in den Früchten von Sorbus aucuparia enthalten ist, gehört auch zur Aepfelsäure.

§. 375.

Die Citronensäure. Die oben angegebene Formel ist nach der Säure bestimmt, wie sie im citronensauren Silberoxyd enthalten ist. Die Formel der bei 100° getrockneten Säure ist: $C_{12}\ H_{10}\ O_{11} + 3\ H_2\ O$. — Wird die Auflösung im Wasser in der Wärme abgedampft, so schiessen in der Kälte Krystalle an, welche aus $\overline{Ci} + 4$ aq. bestehen; wird dagegen die Auflösung bei gewöhnlicher Temperatur (+ 16°) der freiwilligen Verdampfung überlassen, so schiessen Krystalle an, welche aus $\overline{Ci} + 5$ aq. bestehen. Sie kommt, wie die vorigen, theils frei, theils an Basen gebunden im Zellensafte vor und findet sich neben denselben besonders reichlich in den Citronen- und Pomeranzenfrüchten, den Stachel- und Johannisbeeren, den Kirschen, den Beeren von Vaccinium Myrtillus, Vitis idaea, Oxycoccos, den Hagebutten und Rosenäpfeln, den Früchten mehrerer Solanumarten, Crataegusarten, den Erdbeeren, Brombeeren und Himbeeren, im spanischen Pfeffer (Capsicum annuum), in der Haselwurz (Asarum europaeum), den Zwiebeln, dem Waid, Aconitum Lycoctonum, Helianthus tuberosus u. v. a.

Wenn eine verdünnte Auflösung der Citronensäure in Wasser längere Zeit hingestellt wird, so bildet sich Hygrocrocis acida (*Kg.* Sp. Alg., p. 150) und die Säure zersetzt sich in Essigsäure und andere nicht genau ermittelte Producte. Aehnlich verhalten sich auch die vorigen Säuren. Durch hohe Temperatur zerfällt die krystallisirte Säure unter Abgabe ihres Krystallwassers in

1	Aeq.	Aconitsäure	$= C_4\ H_4\ O_4$.
4	»	Kohlenoxyd	$= C_4\ \ \ O_4$.
1	»	Aceton	$= C_3\ H_6\ O$.
1	»	Kohlensäure	$= C\ \ \ O_2$.
		Wasserleere Citronensäure .	$= C_{12}\ H_{10}\ O_{11}$.

§. 376.

Die Säuren, welche man **Aconitsäure, Equisetsäure, Fumarsäure, Flechtensäure** genannt hat, sind ihrer Zusammensetzung nach ganz identische Säuren; auch die **Maleinsäure** und **Paramaleinsäure** gehören dazu. Dass durch Erhitzen die Aepfelsäure zersetzt wird, hatte schon *Braconnot* 1818 nachgewiesen. Er nannte das Zersetzungsproduct Brenzäpfelsäure. Erst in neuerer

Zeit wurde diese genauer untersucht und es ergab sich, dass dieselbe aus zwei Säuren bestehe, deren eine, welche sich verflüchtigt, von *Pelouse* Maleinsäure, die andere aber, welche zurückbleibt, Paramaleinsäure genannt wurde. Bald darauf aber zeigte *Demarçay,* dass die letztere mit der Fumarsäure identisch sei und *Schoedler* wies gleichfalls nach, dass die Flechten- oder Lichensäure, welche früher von *Pfaff* in der Cetraria islandica entdeckt worden war, hierher gehöre. Diese Säure ist im Erdrauch (Fumaria officinalis) an Kalk gebunden, in der Cetraria islandica an Kalk und Kali; sie ist auch im Glaucium luteum reichlich enthalten. Aepfelsaure Salze werden durch Erhitzung in fumarsaure Salze verwandelt. Die wasserhaltige Fumarsäure krystallisirt in weichen glimmerartigen Blättchen oder in blumenkohlartigen Gruppirungen. Sie schmeckt und reagirt stark sauer, wie alle vorgenannten Säuren.

Die Equisetsäure, Aconitsäure und Maleinsäure sind mit der Fumarsäure isomer, sie scheinen in einem ähnlichen Verhältniss zu einander zu stehen, wie die Weinsäure zur Traubensäure.

Die Equisetsäure ist in dem Safte der Schachtelhalme mit Kalk und Talkerde, im Safte von Aconitum Napellus (und wahrscheinlich noch anderer Arten) meist an Kalk gebunden. Sie kann aber auch noch durch Erhitzen der Citronensäure erhalten werden, wie wir schon gezeigt haben.

§. 377.

Die Ameisensäure ist bisher nur in sehr geringer Menge in den Pflanzen aufgefunden worden. Sicher ist sie in den Hülsen der Ceratonia Siliqua neben der Buttersäure nachgewiesen; ihre Anwesenheit in den Brennhaaren der Urticeen ist nach den Untersuchungen von *Gorup-Besanez* sehr wahrscheinlich gemacht worden (*Erdm.* Journ., 1849, No. 18, 19). Sie kann durch Destillation des Zuckers, Amylons und anderer organischer Stoffe mit Schwefelsäure und Manganhyperoxyd dargestellt werden. Ihre Zusammensetzung $C_2\ H_2\ O_3$ entspricht $2\ CO + H_2\ O$, in welche beide Körper sie auch zerfällt, wenn sie mit einem Ueberschuss von Schwefelsäure erwärmt wird.

§. 378.

Die Essigsäure ist vielleicht nicht so häufig in den Pflanzen verbreitet, als man früher anzunehmen geneigt war. In vielen Pflanzensäften, wo man sie nachgewiesen hatte, war sie erst nach dem Ausfliessen gebildet. Nach *Becquerel* ist sie bei der Ent-

wickelung des Embryo vorhanden („Annal. d. Chim.", Mars 1833). Mit Kalk verbunden ist sie in der Betelnuss enthalten *(De Candolle)*.

§. 379.

Ueber die Entstehung der ersten Säuren hat *Liebig* interessante Combinationen geliefert, welche ich hier zu erwähnen nicht unterlassen kann, obschon dieselben nur die Möglichkeit, nicht die Gewissheit über deren Bildung darthun. *Liebig* leitet ihre Entstehung von der Kohlensäure ab. Diese wird den Pflanzen aus der Atmosphäre sowol, als aus dem Boden als Nahrungsmittel in Vereinigung mit Wasser u. s. w. zugeführt. Die Gegenwart von Basen und Licht kann aus Kohlensäure CO_2 Kleesäure $C_2\,O_3$ entstehen lassen.

12 Aeq. CO_2 verlieren dabei den vierten Theil ihres Sauerstoffs, der in Gasform entweicht.

$$C_{12}\,O_{24} - O_6 = C_{12}\,O_{18} = 6\,C_2\,O_3.$$

Aber die wasserfreie Oxalsäure ($C_2\,O_3$) kann nicht existiren. Auf 1 Aeq. dieser Säure kommt daher noch 1 Aeq. Wasser. 1 Aeq. Kleesäurehydrat ($C_2\,O_3 + H_2\,O$) enthält aber so viel Sauerstoff als 2 Aeq. Kohlensäure ($2\,CO_2$). Daher kann man sich das Oxalsäurehydrat auch entstanden denken aus Kohlensäure, welche in ihre Zusammensetzung 2 Aeq. Wasserstoff aufgenommen hat. Wenn nun bei weitern chemischen Bewegungen aus der Oxalsäure neue Mengen Sauerstoff ausscheiden, so entstehen Weinsäure oder Aepfelsäure, z. B.

$$6\,C_2\,O_3 + H_2\,O \text{ oder}$$

$$C_{12}\,H_{12}\,O_{24} - O_9 = C_{12}\,H_{12}\,O_{15} = 3 \text{ Aeq. Weinsäure.}$$

$$C_{12}\,H_{12}\,O_{24} - O_{12} = C_{12}\,H_{12}\,O_{12} = 3 \text{ Aeq. Aepfelsäure.}$$

Gibt die letztere nur 1 Aeq. Wasser ab, so entsteht Citronensäure, gibt sie 3 Aeq. Wasser ab, so bildet sich Fumarsäure u. s. w.

$$C_{12}\,H_{12}\,O_{12} - H_2\,O = C_{12}\,H_{10}\,O_{11} = 3 \text{ Aeq. Citronensäure.}$$

$$C_{12}\,H_{12}\,O_{12} - 3\,H_2\,O = C_{12}\,H_6\,O_9 = 3 \text{ Aeq. Fumarsäure.}$$

Betrachtet man nun ferner die Weinsäure, Citronensäure und Aepfelsäure als Verbindungen der Oxalsäure mit Zucker, Cellulose u. s. w., oder deren Elementen, nämlich:

$$\underset{\text{Weinsäure}}{2\,C_{12}\,H_{12}\,O_{15}} = \underset{\text{Oxalsäure}}{C_{12}\,O_{18}} + \underset{\text{Traubenzucker}}{C_{12}\,H_{24}\,O_{12}}$$

so leuchtet ein, dass hiernach bloss das Hinzutreten von Wasserstoff nöthig ist, um aus den genannten Säuren den Zucker, das Amylon, Pectin, Gelin, Bassorin u. s. w. entstehen zu lassen. Bei diesem Uebergang werden aber die Alkalien, die mit der Säure verbunden waren, wieder frei, wodurch sie in den Stand

gesetzt werden, ihre Rolle zur Bildung der Fruchtsäuren aus CO_2 und $C_2\ O_3$ aufs Neue zu beginnen. Auf diese Weise könnte 1 Aeq. Alkali hinreichen 10—100 Aeq. Kohlenstoff in die Bestandtheile der Pflanze überzuführen und dasselbe wäre sonach der salpetrigen Säure bei der Bildung der Schwefelsäure einigermaassen vergleichbar.

Der chemische Process in der Pflanze bildet den Gegensatz zu dem gewöhnlichen. Hier gehen Oxalsäure, Weinsäure, Citronensäure, Zucker, Stärke, Inulin u. s. w. durch Berührung mit Kali in höherer Temperatur in Kohlensäure über und zwar in Folge einer Abscheidung von Wasserstoff und der Bindung von Sauerstoff.

Beim organisch-chemischen Processe des Pflanzenlebens wird die Kohlensäure in Oxalsäure, Weinsäure, Citronensäure, Zucker u. s. w. durch Berührung mit Kali in mittlerer Temperatur übergeführt, in Folge der Bindung von Wasserstoff und der Abscheidung von Sauerstoff.

Weil die Wein- und Citronensäure sich bei Gegenwart eines Alkali ohne Gasentwickelung schon bei $+ 200^0$ in Oxalsäure spaltet, während die andern Elemente zu Essigsäure zusammentreten, welche im wasserfreien Zustande wenigstens sehr nahe die Elemente im Verhältniss der Zellenfaser enthält, so hat diese Vorstellungsweise zu der Annahme fertig gebildeter Oxalsäure in der Weinsäure geführt; „jedenfalls sind ihre Elemente darin neben denen eines zweiten Körpers zugegen, welcher wie Zucker, Gummi und Holzfaser als eine Verbindung von Kohlenstoff mit Wasser betrachtet werden kann“ *(Liebig)*.

Dieser letzte Schluss *Liebig's* ist jedenfalls etwas voreilig, denn die Annahme, dass die „Holzfaser“ eine Verbindung des Kohlenstoffs mit Wasser sei, kann durch gar Nichts gerechtfertigt, noch weniger aber bewiesen werden, sie ist rein willkürlich.

§. 380.

45. Bernsteinsäure, Benzoesäure und Coumarin. Die Formel der Bernsteinsäure ist $C_4\ H_4\ O_3 = \overline{S}$. Ausserdem existiren von ihr zwei Hydrate 1) $2\ \overline{S} + H_2\ O$. 2) $\overline{S} + H_2\ O$. Sie ist in den Harzen mehrerer Zapfenbäume fertig gebildet enthalten und kann auch künstlich durch Einwirkung der Salpetersäure auf Stearinsäure *(Bromeis)*, Wachs *(Bonald)*, und Kork *(Mitscherlich)* erzeugt werden. Nach *Chevalier* kommt sie auch in altem, sehr sauer reagirenden ätherischen Oele der Frucht von Cuminum Cyminum vor. Wird eine Auflösung des Asparagins, welches auch

in den Wicken vorkommt, mit Wickensaft in Gährung versetzt, so verwandelt sich ersteres in bernsteinsaures Ammoniak, indem es 4 Aeq. Wasserstoff und 2 Aeq. Sauerstoff aufnimmt. Durch Untersalpetersäure kann dagegen das Asparagin in Aepfelsäure verwandelt werden *(Piria)*.

Die Benzoesäure hat schon oben (§. 359) einmal Erwähnung gefunden. Hier soll nur noch bemerkt werden, dass sie in den Pflanzen vielfach fertig gebildet angenommen wurde. Sie wird als ein häufiger Begleiter wohlriechender Harze, Balsame, ätherischer Oele und anderer Stoffe angegeben, z. B. in der Benzoe, dem Storax, Perubalsam, der Vanille, im chinesischen Firniss, in den Tonkabohnen (Dipterix odorata), im Steinklee (Melilotus officinalis, dentata u. a. A.), Ruchgras (Anthoxandum odoratum), Holcus odoratus. Doch hat sich die Säure im Storax, Perubalsam als Zimmtsäure erwiesen und den Körper, welchen *Vogel* aus Anthoxanthum odoratum und Holcus odoratus erhielt und für Benzoesäure erklärte, erkannte *Guibourt* für einen eigenthümlichen Stoff, den er Coumarin (von Coumarouna *Aubl.* = Dipterix odorata *Schreb.*) nannte. Man kann diesen Stoff aus den Tonkabohnen, den wohlriechenden Gräsern und den Blumentrauben des Steinklees durch Extraction mit Aether oder Alkohol, so wie auch durch Destillation erhalten. Er gehört zu den Kamphorarten, bildet weisse glänzende Krystalle von angenehmem gewürzhaften Geruch und schmilzt bei + 50°. Seine Formel ist $C_{18} H_{14} O_4$ *(Delalande)*. Er ist auf der einen Seite ebenso mit der Cinnamyl-, als auf der andern mit der Benzoyl- und Salicylreihe verwandt; denn

Cinnamyl . . . . . = C_{18} H_{14} O_2.
Zimmtsäure . . . . = C_{18} H_{14} O_3.
Coumarin . . . . . = C_{18} H_{14} O_4.
Coumarinsäure . . = C_{18} H_{14} O_5.

Durch Einwirkung des Kali auf Coumarin entsteht auf nassem Wege coumarinsaures und durch den Schmelzprocess salicylsaures Kali.

Die Salicylreihe ist folgende:

Benzoyl . . . . . . = C_{14} H_{10} O_2.
Benzoesäure . . . = C_{14} H_{10} O_3.
Salicyl . . . . . . = C_{14} H_{10} O_4.
Salicylsäure . . . . = C_{14} H_{10} O_5.

Es ist sehr wahrscheinlich, dass das Coumarin einen ziemlich weit verbreiteten Bestandtheil der Futtergräser und einer Anzahl Futterkräuter ausmacht und dass damit die Bildung der

Hippursäure im Harn der kräuterfressenden Thiere im Zusammenhange steht.

Stoffformen, welche niemals in Krystallformen vorkommen und nur bei einer Temperatur bis zu + 130° bestehen können.

§. 381.

Alle bisher genannten Stoffe zeigen mehr oder weniger Neigung, in Krystallformen einzugehen, so dass wir keine Gruppe betrachtet haben, in welcher nicht wenigstens die eine oder andere besondere Art in Krystallen erschiene. Bei den folgenden Verbindungen finden wir die Stoffe entweder in massigen oder organischen Formen. Zu den massigen Formen gehören der Schleim, die Gallert und diejenigen, welche wir wegen ihrer besondern Härte hornartig, knöchern und steinern nennen. Alle diese Formen sind nicht Stoff- sondern Körperformen. Aber man hat das nicht bisher beachtet und den Pflanzenschleim und Pflanzengallert als Stoffe behandelt, wodurch eine grosse Verwirrung in die Bestimmung derselben gebracht worden ist.

Es gibt bloss zwei Wege, die hierher gehörigen Stoffe genau von einander zu unterscheiden, nämlich 1) die Analyse zur Ermittelung der chemischen Formel. 2) Die Reaction anderer Stoffe auf die in Rede stehenden. Auf irgend eine andere Weise kann kein Stoff sicher bestimmt werden. Es hat das aber weder ein Chemiker noch ein Physiolog bisher beachtet. Ueberall finden wir Stoffe als Schleim, Gallert, Stärkmehl u. s. w. in einer Weise behandelt, wie man nur die Körperformen behandeln darf.

Wir bringen die hierher gehörigen Stoffformen in zwei Hauptgruppen, in stickstofffreie und stickstoffhaltige (§. 411).

a) Stickstofffreie Organstoffe.

§. 382.

Die hierher gehörigen Stoffe bestehen aus Kohlenstoff, Wasserstoff und Sauerstoff und zerfallen wieder in die Pectinreihe und Cellulosereihe (§. 387).

46. Pectinreihe. *Frémy,* dem wir die genauesten und besten Arbeiten über diese Gruppe verdanken, nimmt an, dass ihre

Glieder von einem Molekül abzuleiten sind, dessen Formel $= C_8\ H_{10}\ O_7$ ist.

Die Glieder, welche *Frémy* aufgestellt hat, sind folgende:

1. Pectose.			
2. Pectin	$= C_{64}\ H_{80}\ O_{56}$,	8 aq.	*(Frémy).*
3. Parapectin ...	$= C_{64}\ H_{80}\ O_{56}$,	8 aq.	»
4. Metapectin ...	$= C_{64}\ H_{80}\ O_{56}$,	8 aq.	»
5. Pectosinsäure .	$= C_{32}\ H_{40}\ O_{28}$,	3 aq.	»
6. Pectinsäure...	$= C_{32}\ H_{40}\ O_{28}$,	2 aq.	»
7. Parapectinsäure	$= C_{24}\ H_{30}\ O_{21}$,	2 aq.	»
8. Metapectinsäure	$= C_8\ H_{10}\ O_7$,	2 aq.	»

Die Pectose ist ein neutraler Körper. Das Pectin ebenfalls, aber No. 3 besitzt schon die Eigenschaften einer schwachen Säure. Noch mehr tritt der saure Charakter bei den folgenden Gliedern hervor und diese Eigenschaft nimmt zu, je mehr sie sich von dem Pectin entfernen.

Das Parapectin ist zwar auch neutral, aber es fällt neutrales essigsaures Bleioxyd, welches beim Pectin nicht der Fall ist. Das Bleisalz enthält nur 10,6 p. C. Oxyd.

Das Metapectin fängt an auf Lackmuspapier zu reagiren; das Bleisalz enthält 19,4 p. C. Oxyd.

Die Pectosin- und Pectinsäure reagiren auf Lackmuspapier wie Säuren und kommen in Gallertform vor; ihre Bleisalze enthalten 33,4 bis 33,8 p. C. Oxyd.

Die Parapectinsäure ist löslich, sehr sauer und bildet ein Bleisalz mit 40,5 p. C. Oxyd.

Die Metapectinsäure ist ebenso stark wie die oben genannten Fruchtsäuren (Aepfel-, Wein-, Citronensäure u. s. w.); ihr Bleisalz enthält 67,2 p. C. Oxyd.

§. 383.

So stellt sich nun durch diese Mittheilungen heraus, dass die Pectinreihe mit einem indifferenten Körper beginnt und mit einer starken Säure schliesst, ähnlich der Dextrinreihe, welche mit der Milchsäure endigt. Man sieht ferner, dass alle Glieder durch Verdoppelung der Grundform $C_8\ H_{10}\ O_7$ und durch Aufnahme von entsprechenden Wasseräquivalenten in dieselbe gebildet werden. Sie unterscheiden sich also nur durch den Wasser-, nicht Sauerstoffgehalt. Diese Ansicht wird durch den Versuch *Frémy's* bestätigt, welcher Pectin mit Pectose in ein hermetisch verschlossenes Gefäss brachte. Nach und nach gingen jene Körper durch alle Glieder von selbst in Metapectinsäure über, ohne andere

Producte dabei zu erzeugen. Wichtig ist dabei noch der Umstand, dass die Sättigungscapacität dieser Körper zunimmt, je mehr sie sich vom Pectin entfernen.

§. 384.

Es geht aus allen diesen Versuchen und Beobachtungen hervor, dass das Pectin, von welchem auch noch gar nicht dargethan ist, dass es durch Säuren oder auf andere Weise in Zucker übergeführt werden könne, nicht mit dem Gummi, Dextrin und der sogenannten Cellulose in dieselbe Reihe gestellt werden darf, und namentlich mit denselben gar nicht isomer ist, weil es weniger Wasserstoff enthält. Dies wird nicht nur durch die *Frémy'sche* Analyse dargethan, sondern auch durch die Analyse der Pectinsäure von *Regnault* (= C_{12} H_{14} O_{10} [im Silbersalz], oder C_{12} H_{16} O_{11} [die getrocknete Säure]) und *Mulder* (= C_{12} H_{16} O_{10}). Auch ist noch der wichtige Umstand zu beachten, dass das Pectin sich durch die schwächsten Agentien, wie der verdünnten Säuren und selbst des siedenden Wassers verändert, wobei die Cellulose unverändert bleibt.

§. 385.

Neben den oben genannten Körpern der Pectinreihe kommt aber noch einer vor, welchen *Frémy* Pectase nennt. Wie die Diastase neben dem Amylon in der keimenden Gerste enthalten ist und die Verwandelung desselben veranlasst, so wird die Umänderung des Pectins in den Pflanzenzellen durch die Pectase bewerkstelligt. *Frémy* vergleicht diese Umänderungen mit der Milchsäuregährung.

§. 386.

Alle diese genannten Stoffe sind in den verschiedenen Früchten (Aepfeln, Birnen, Pflaumen, Kirschen u. s. w.) und saftigen Wurzeln (Mohrrüben, Runkelrüben) und vielleicht in allen sehr saftigen Zellen enthalten.

Die Pectose ist besonders in den Parenchymzellen der unreifen Früchte, der Möhren und Runkelrüben enthalten; sie soll nach *Frémy* den unreifen Früchten ihre Härte ertheilen und sich während des Kochens oder des Reifens derselben in Pectin verwandeln. Dieses ist im reinen Zustande immer gummiartig und bildet bei seiner Auflösung in Wasser keine Gallert. So wie es die letztere Form annimmt, ist es in Parapectin umgewandelt.

In unreifen Früchten soll kein Pectin enthalten sein; letzteres und das Parapectin sind aber häufig in reifen Früchten ent-

halten. Ist jedoch die Frucht überreif, wie z. B. die teigigen Birnen, so findet man häufig keine Spur mehr von Pectin, sondern dasselbe ist in Metapectinsäure verwandelt, welche mit Kali oder Kalk gesättigt ist. Die Metapectinsäure kommt auch in der Rüben- und Rohrzuckermelasse vor; sie ist gallertartig oder schleimig, aber löslich in Wasser und durch Alkohol nicht daraus fällbar. Diese Verwandlung schreibt *Frémy* ebensowol den Fruchtsäuren als der Pectase in den Früchten u. s. w. zu. Diese letztere kommt in den Pflanzen in zwei Zuständen, einem löslichen und unlöslichen, vor und kann aus dem Zellensafte durch Alkohol ausgeschieden werden.

Ausserdem können aber die verschiedenen Säuren dieser Reihe auch durch Einwirkung der Basen auf Pectin erzeugt werden (*Erdm.* Journ. d. Chemie, 1848, No. 23 und 24).

Die künstliche Pectinsäure von *Sacc*, welche derselbe durch Kochen des Fichtenholzes mit Säuren erhielt, gehört nicht hierher, sondern zum Bassorin (§. 406), was auch aus der Zusammensetzung ($= C_{14}\ H_{24}\ O_{13}$) hervorgeht (*Erdm.* Journ., 1849, No. 7).

§. 387.

Die Cellulosereihe wird durch eine Gruppe von Stoffen vertreten, welche durch die Grundformel $= C_6\ H_8\ O_4$ ausgedrückt werden können.

Alle hierher gehörigen Körper nehmen grössere oder kleinere Mengen Wasser auf, das sie mehr oder weniger fest zurückhalten. Von diesem Wasser ist ein Theil chemisch gebunden und dieser Theil bewirkt den chemischen Unterschied der Körper. Ein anderer Theil ist nur lose damit vereinigt und lässt sich meist durch Trocknen bei $+ 130^0$ entfernen. Sie quellen alle mehr oder weniger durch die Wasseraufnahme auf; viele werden dadurch weicher (knorpelig, gallertartig), manche lösen sich sogar in Wasser auf und machen es schleimig. Einige bleiben aber auch fest und hart. Die vom Wasser aufgelösten Substanzen der Cellulosereihe gehen durch den Einfluss von Luft, Wärme und besonders der Proteinkörper in eine saure Gährung über, wobei Essigsäure und zuletzt Milchsäure gebildet wird. Werden die hierher gehörigen Substanzen mit verdünnter Schwefelsäure gekocht, so verwandeln sie sich wie der Rohrzucker in Traubenzucker, indem sie noch eine Anzahl Wasseräquivalente chemisch binden. Diese Umwandelung kann zum Theil auch durch die Einwirkung der proteinhaltigen Stoffe bewirkt werden. Bei län-

gerer Einwirkung von Luft und Feuchtigkeit werden sie in Ulmin und Humin (§. 414) verwandelt. Durch Einwirkung der Salpetersäure zerfallen sie in Oxalsäure und Wasser. Manche bilden erst Schleimsäure.

Die Cellulosereihe zerfällt in zwei Gruppen:

1) Die Amylgruppe.
2) Die Inulingruppe.

§. 388.

47. **Die Amylgruppe** (Dextringruppe) ist daran kenntlich, dass ihre Glieder durch Jodintinctur blau, violet oder amethystroth gefärbt werden. Diese Färbung entsteht entweder unmittelbar oder mit Hilfe der Schwefelsäure. Die Substanzen dieser Gruppe drehen (alle?) die Ebene des polarisirten Lichtes nach rechts. Ihre Glieder sind folgende:

Amyl . = C_{12} H_{20} O_{10} *(Berzelius).*
Gelin . = C_{12} H_{20} O_{10} *(Payen* und *Mitscherlich).*

§. 389.

Amyl. Das Amyl erscheint in verschiedenen Körperformen, besonders in denen, welche man Amylon genannt hat.

Die Betrachtung der verschiedenen Amylonformen folgt im III. Buche. Hier wollen wir nur untersuchen, wie der im Amylon enthaltene Stoff, den ich Amyl (Stärkestoff) nenne, sich gegen Reagentien verhält. Im kalten Wasser scheint es ganz unlöslich, im kochenden Wasser vertheilt es sich jedoch so, dass es darin aufgelöst zu sein scheint. Aber mit dem Erkalten scheidet es sich in Flocken aus, welche durch reines Wasser getrennt sind. Von dieser Thatsache kann man sich überzeugen, wenn man eine solche amylhaltige Flüssigkeit mit Jodintinctur versetzt, welche alle Amyltheilchen blau färbt, während die übrige Flüssigkeit farblos bleibt. Wird eine trockne Amylsubstanz mit Jodintinctur benetzt, so färbt sie sich ebenfalls blau. Ist die Tinctur sehr verdünnt, so ist die Färbung nur schwach blau, eine amylhaltige Flüssigkeit ebenfalls, bisweilen geht diese Färbung ins Violette über. Concentrirte Jodinlösung färbt jedoch die Amylsubstanzen tief dunkelblau. Sie erscheinen in grössern Massen sogar schwarzblau. In Alkohol, Aether und allen Oelen ist das Amyl unlöslich und bleibt unveränderlich. Man hat die Wirkung des Jodins auf Amyl der Bildung einer chemischen Verbindung zugeschrieben, die man „Jodstärkmehl“ genannt. Wenn man Jodin auf Stärkmehl oder Amylon einwirken lässt, so behält das-

selbe seine ganze Structur. Dasselbe ist auch der Fall mit andern Amylkörpern. Dieses Beibehalten der Körperform, während sich die Stoffform verändert, ist bei unorganischen Körpern bisher wenig beobachtet worden, wesshalb Manche die Reaction des Jodins auf Amyl auch nicht als Folge einer Stoffveränderung wollen gelten lassen. Dazu kommt noch, dass die Jodinverbindung nur vorübergehend, nicht constant ist, weil die sogenannte „Jodstärke“ durch blosses Liegen in der Luft oder im Wasser das Jodin durch Verdunsten verliert und dadurch wieder farblos wird. Noch schneller entweicht das Jodin in der Wärme oder durch Kochen der wässerigen Jodamylflüssigkeit. Auch durch Alkohol und Aether kann dem Jodamyl alles Jodin entzogen werden, weil in beiden Flüssigkeiten das Jodin löslich, das Amyl aber unlöslich ist. Alle diese Erscheinungen haben manche Physiologen zu der Annahme geführt, dass das Jodin hierbei keine chemische Verbindung eingehe, sondern in die Zwischenräume des Stärkegewebes nur mechanisch eindringe, wie die Tinte in die Haarröhrchen des Löschpapieres. Dabei werde das Jodin sehr fein vertheilt und nehme die ihm eigenthümlichen Farben an, welche es im fein vertheilten Zustande besitze. Diese Annahme wird allerdings dadurch unterstützt, dass die Jodindämpfe, je nachdem man sie in dickern oder dünnern Massen besieht, mit violeter oder rother Farbe erscheinen. Sie wird ferner noch dadurch unterstützt, dass manche Stärkesorten (z. B. bei Furcellaria und andern Meeresalgen) nur amethystroth, violet oder braunviolet gefärbt werden. Dieses Alles würde, wenn das Jodamyl keine chemische Verbindung wäre, dadurch seine Erklärung finden, dass die Körperporen dieser Körper eine verschiedene Grösse hätten und man könnte aus der Farbendifferenz wieder auf eine verschiedene Structur des Amylgewebes (d. i. des Amylons) schliessen. Diese Ansicht hat allerdings viel für sich und wäre sie richtig, so würden jedenfalls alle Substanzen, welche wir hier unter der Cellulosereihe zu betrachten haben, nur von einem und demselben Stoffe gebildet werden. Aber es ist dabei auch noch Folgendes zu bedenken. 1) Das Goldoxyd gibt seinen Sauerstoff in der Wärme und im Lichte ebenso schnell ab, als das Jodamyl sein Jodin. 2) Im Torfe, wo die organischen Körperformen bis in die kleinsten Theile erhalten sind, ist mit Sicherheit die chemische Veränderung der Zellen- und anderer Substanzen in Ulmin und Humin vor sich gegangen. Hier sowol als noch bei andern organischen Substanzen, z. B. Schiessbaumwolle, die gefärbten Zeuge u. s. w., liegt der sicherste Beweis vor, dass organische

Formen ihren Stoff verändern können, ohne dass diese Aenderung einen Einfluss auf die Körperform ausübt. Es ist dies eine sehr wichtige Thatsache, welche zum Theil den Unterschied der organischen Körper von den unorganischen mit bedingt[1]).

Diese Thatsachen beweisen daher nicht zu Gunsten der Annahme, welche die Reaction des Jodins auf Amylon nur als Folge einer mechanischen, keiner chemischen, Verbindung ansehen will; auch kann man noch den Umstand mit in Anrechnung bringen, dass das Jodin bei feiner Vertheilung wol in violeter und rother, aber nicht in blauer Farbe erscheint. Endlich ertheilt ja das grüne Kupferoxyd den Kupferoxydsalzen auch eine grüne Farbe, ohne dass man hier diesen Umstand als einen Mangel an chemischer Durchdringung bezeichnet, und so noch in vielen andern Dingen. Dieses Alles gegen einander gehalten, hat mich bewogen, das Amyliodid als eine chemische Verbindung anzusehen und die Reaction des Jodins als ein Mittel, das Amyl in seinen Modificationen ebenso zu erkennen, wie mehrere der verschiedenen Gerbsäuren durch Eisenoxydsalze unterschieden werden.

§. 390.

Die Zersetzungsproducte, welche das Amyl bildet, sind je nach den dabei ins Spiel kommenden andern Stoffen verschieden. Wenn gewisse Amylsubstanzen, z. B. Stärkmehl mit Wasser gekocht werden, so entsteht daraus eine schleimige und nach dem Erkalten mehr oder weniger gallertartige Masse, die als Kleister bekannt ist. Wenn der Kleister mehrere Tage lang mit Wasser gekocht wird, so erhält man eine gummihaltige bitterschmeckende Auflösung und einen gallertartigen unlöslichen Rückstand *(Vogel)*. Dieser Vorgang beweist, dass das Amyl in einen bittern Stoff verwandelt werden kann.

Es kann aber auch in einen süssen, den Traubenzucker verwandelt werden und zwar hauptsächlich durch Einwirkung proteinhaltiger Substanzen. Die Amylsubstanzen, namentlich das Amylon sind von einem Proteingewebe häufig umgeben, dessen Bildung im dritten Buche genauer abgehandelt werden wird. Von dieser Umgebung ist das Amylon schwer zu trennen, wesshalb man annehmen kann, dass sie in dem Kleister, der von Stärkmehl gewonnen worden, wenn auch in sehr geringer Menge, vorhanden sind. Lässt man nun diesen Kleister in kleinen Portionen an der Luft liegen, so trocknet er zu einer harten etwas hornarti-

gen Substanz ein. Lässt man aber eine grössere Quantität in einem Gefässe ruhig stehen, so wird er nach und nach dünnflüssig, nimmt einen süssen Geschmack an, welcher von der Bildung des Traubenzuckers herrührt, und wird zuletzt sauer. Die Säure ist Essigsäure, zuletzt aber Milchsäure. Je mehr proteinhaltige Substanz der Kleister enthält, um so schneller zeigen sich diese Veränderungen. Sie kommen auch noch in saftigen amylonhaltigen Pflanzentheilen vor, wenn dieselben (wie z. B. die Kartoffeln) dem Frost ausgesetzt werden. Es scheint eine organische (keine chemische) Verbindung des Amyls mit einem Proteinkörper vorhanden zu sein, welche man sich so vorzustellen hat, dass der letztere den Amylkörper als eine äusserst feine, selbst durch die besten Mikroskope bisher noch nicht erkannte Haut umgibt, welche sehr fest anschliesst, also mit dem Kern innig verwachsen ist. Diese Verwachsung wird jedenfalls ebenso durch den Frost, als durch hohe Temperatur, oder durch die Einwirkung von Säuren oder Alkalien, oder durch den Lebensprocess der Pflanze, wie beim Keimen amylonhaltiger Samen (also mechanisch) aufgelöst. Mit dieser Auflösung wird aber auch das bisherige starre Verhältniss der beiden Stoffe in ein flüssiges umgewandelt und dieses wandelt das unlösliche Amylon zunächst in eine lösliche gummiartige Substanz, das Dextrin, und zuletzt in Zucker um. Man hat den Stoff, der in der Zellenflüssigkeit während des Keimens der Samen, besonders in der Gerste, enthalten ist und die Fähigkeit besitzt, grosse Mengen Stärkmehl in Zucker zu verwandeln, Diastase genannt. Man erhält die Diastase aus dem frischen Gerstenmalz, wenn dasselbe zerquetscht und ausgepresst wird. Aus dem Safte schlägt sich mit Alkohol eine schleimige Substanz nieder, welche „unreine Diastase“ genannt wird. Ich glaube aber, dass auch die „reine“ Diastase, wenn es welche gäbe und dieselbe darzustellen wäre, immer auch ein Gemenge von Dextrin mit Proteinsubstanz sein würde. Gerade in der natürlichen Mischung dieser beiden Stoffe suche ich die auffallende Wirkung der „Diastase“, welche sich dadurch auszeichnet, dass sie in sich eine kräftige Bewegung der Stofftheilchen bewahrt, die sie allen mit ihr in Berührung kommenden Amylontheilchen mittheilen kann. Das Dextrin wäre sonach die Resultirende der Amylbewegungen, angeregt durch Proteinstoff, der Zucker die Resultirende der Dextrinbewegungen, ebenfalls angeregt durch Protein. Wie leicht die Dextrin- und Zuckerbildung vor sich gehen kann, ist daraus ersichtlich, dass Amyl, Dextrin und Rohrzucker gleiche Zusammensetzung haben

und dass zur Bildung von Traubenzucker nur der Zutritt von 2 Aeq. Wasser nöthig ist.

Die Verwandelung des Amyls in Dextrin durch die Temperatur. Wenn das gewöhnliche Stärkmehl aus Kartoffeln nur lufttrocken ist und man setzt es in einem verschlossenen Gefässe schnell einer Temperatur von + 200° aus, so verliert es seinen Zusammenhang und seine Structur und die Amylkörperchen zerfliessen in dem Wasser, was sie noch mechanisch in ihren Poren bergen. Dasselbe geschieht nur zum Theil, wenn die Erhitzung bis + 200° in einem offenen Gefässe vorgenommen wird, weil ein Theil Wasser dabei verflüchtigt wird. Dabei nimmt aber die erhitzte Masse im letztern Falle eine bräunliche Farbe an; in beiden Fällen aber ist es im kalten Wasser auflöslich geworden und besitzt die Eigenschaft, dasselbe schleimig zu machen. Es ist in Dextrin verwandelt. Wir sehen hieraus deutlich, dass die Umänderung zunächst nur von einem Flüssigwerden abhängig ist, dieses hat zuerst die Aufhebung der Körperform und dann auch der Stoffform zur Folge, denn das Dextrin wird nicht mehr von Jodin blau gefärbt.

Die Veränderungen des Amyls durch Säuren. Wenn man käufliche Weizenstärke mit wenig Wasser zu einem sehr steifen Kleister kocht, dann etwas concentrirte Salzsäure zusetzt und mit dem Kochen fortfährt, so wird die Masse dünnflüssig. Lässt man das Gefäss jetzt ruhig stehen, so bilden sich in der hellen Flüssigkeit helle Flocken. Unter dem Mikroskop erscheinen in der durch Schütteln gemischten Flüssigkeit 1) sehr feine, helle, klare und durchsichtige Moleküle, zwischen welchen 2) grössere oder kleinere Flocken schwimmen, die aus etwas grössern Kügelchen zusammengesetzt sind; auch kommen 3) noch einzelne unversehrte Stärkekörperchen darin vor. Mit schwacher Jodintinctur vermischt färben sich letztere blau und die Flocken (2) gelb. Die Moleküle (1) erscheinen deutlicher sichtbar, lassen aber wegen ihrer Kleinheit (ich schätze den Durchmesser auf $1/_{5000}$''') keine Farbe erkennen. In kurzer Zeit zeigen sich aber folgende Veränderungen. Es treten nämlich die scheinbar farblosen Moleküle (1) in kleine Flocken zusammen und diese zeigen eine sehr verdünnte blaue Färbung. Diese Färbung nimmt an Intensität zu und man bemerkt, dass sich die Moleküle immer dichter zusammendrängen. Lässt man die Probe auf dem Objectträger eintrocknen, so entsteht ein glänzender bräunlichgelber Ueberzug, dessen Glanz vom Dextrin und Zucker, dessen Farbe aber von der Jodintinctur herrührt. Unter dem Mikroskop aber

erscheinen in der eingetrockneten Dextrinmasse die Amylflocken röthlich und schwach violet, während die gelben Flocken (2) unverändert geblieben sind. Ein wenig Wasser macht jedoch die Amylflocken wieder blau. Es scheinen demnach die Farbenveränderungen auf Beugungsphänomenen zu beruhen, welche sich wieder auf Hydratverhältnisse gründen, wie das so oft bei den Metallsalzen auch der Fall ist. Die aus den grössern Molekülen bestehenden gelben Flocken (2) bestehen aus einer Proteinsubstanz (Gluten). Alle hängen noch mit Amylflocken zusammen. So zeigt also diese Untersuchung ein Verwachsensein der Proteinsubstanz mit dem Amylonkörperchen an. Sie zeigt aber auch, dass das, was man gewöhnlich Amylon nennt, gar keine reine homogene und einfache Substanz ist. Kocht man die oben erwähnte Flüssigkeit noch einige Minuten lang, so werden alle Theilchen des Amylonkörpers bis auf die Proteinsubstanz zerstört und in Dextrin und theilweise in Zucker umgewandelt.

Mit Kartoffelstärke ist es ähnlich, nur findet der Unterschied Statt, dass die Flüssigkeit weniger schleimig ist, weil sich hier das Amyl schneller in Zucker umwandelt, und dass von den Flocken zweierlei in der Flüssigkeit erscheinen, nämlich 1) grössere, die sich schon während des Kochens bilden und sich in der aufwallenden Flüssigkeit bewegen und hautartig zusammenhängen. Sie bestehen aus Pflanzeneiweiss. 2) Kleinere, sehr zarte, die sich erst beim Erkalten der scheinbar klaren und durchsichtigen farblosen Flüssigkeit ausscheiden. Sie bestehen aus sehr kleinen Molekülen, welche sich durch Jodintinctur sehr schwach und kaum bemerkbar fleischroth färben und jedenfalls Stärketheilchen sind, die sich verändert, aber noch nicht in Dextrin verwandelt haben. Diese Flocken werden beim Auftrocknen farblos und daher in der zurückbleibenden klebrigen Masse unsichtbar.

Verdünnte Schwefelsäure verhält sich ähnlich wie die Salzsäure. Durch sehr concentrirte Salpetersäure entsteht eine Verbindung welche *Braconnot* entdeckt und Xyloidin genannt hat. Das Amyl gibt Wasser ab und nimmt dafür Salpetersäure auf. Es ist sehr leicht entzündlich und gab Veranlassung zur Entdeckung der Schiessbaumwolle. Seine Zusammensetzung ist nach *Pelouze* $= C_6 H_8 O_4 + N_2 O_5$; nach *Buijs Ballot* $= C_{15} H_{24} N_2 O_{16}$.

Wird Amylon mit einer Mischung von 1 Th. concentrirter Schwefelsäure und 2 Th. Wasser destillirt, so erhält man Ameisensäure, ein ätherisches Oel und im Rückstande eine schwarze poröse im Wasser unlösliche Masse.

§. 391.

Das Amyl welches die Sporenschläuche der Flechten, so wie die Zellen in der äussern Schicht des Laubes von Cetraria islandica bildet, scheint von dem in den vorigen §§. abgehandelten nicht verschieden zu sein. Ebenso dasjenige, welches in gewissen Zellenwänden des Leinsamens u. s. w. enthalten ist.

Etwas anders zeigt sich das Amylon in den Meeresalgen, z. B. Furcellaria, Delesseria und andern. Dieses wird durch Jodintinctur niemals ordentlich blau, sondern violet oder violetroth gefärbt.

Das Amyloid, welches *Vogel* und *Schleiden* als eine neue Pflanzensubstanz eingeführt haben, scheint mir von dem Amyl nicht wesentlich verschieden zu sein. Wie beim Leinsamen und einigen gewissen Flechtenzellen, so werden die Zellenhäute beim Embryo von Schotia latifolia und speciosa, Hymenaea Courbaril, Mucuna urens, Tamarindus indica und vielleicht noch von andern Leguminosen durch Jodintinctur blau gefärbt. Ein Theil dieser Zellensubstanz löst sich in Wasser auf und seine Gegenwart wird durch die blaue Färbung angezeigt, die die Flüssigkeit durch Jodintinctur erhält. Durch Kochen mit Wasser löst sich ein Theil der Cotyledonarsubstanz in Wasser und bildet eine Art Kleister, der aber beim Abkühlen nicht gelatinirt. Am leichtesten löst sich die Substanz bei Schotia, am schwersten bei Tamarindus. Aber selbst nach 12stündigem Kochen bleibt scheinbar das ganze Zellengewebe zurück und wird durch Jodin blau gefärbt. Das klebrige Decoct wird durch wässrige Jodinlösung, nach Maassgabe der zugeführten Menge, blassgelb bis dunkelgoldgelb gefärbt. Durch weingeistige Jodintinctur wird sie dagegen als eine schöne blaue Gallerte niedergeschlagen. In destillirtem Wasser löst sich dieser blaue Niederschlag vollständig mit goldgelber Farbe auf und wird daraus durch Schwefelsäure in braunen Flocken gefällt. (*Schleiden.*)

Diese Erscheinungen kommen mit grössern oder kleinern Abweichungen auch bei den verschiedenen Arten von Amylon vor.

Schleiden hat nun aus diesen und den von *Mohl* bekannt gemachten Untersuchungen über die Zellenmembran die Schlüsse gezogen:

1) „Dass es mit dem Jod als Reagens auf Stärkmehl nichts mehr ist".

2) „Dass die blaue Färbung vegetabilischer Stoffe durch Jod keine eigentliche chemische Verbindung ist".

Ueber jene Ansicht habe ich mich schon geäussert; was aber die letzte betrifft, so gibt es auch bis auf den heutigen Tag kein empfindlicheres und genaueres Reagens auf das Amylon sowol, als auf alle vegetabilischen Bildungen, welche wie das Amylon Amyl enthalten. Wir müssen nur die Stoffform von der Körperform trennen und nicht meinen, dass jeder Stärkestoff nur die Körperformen der Kartoffel-, Weizen- und anderer Stärke bilden dürfe. Wir haben ja auch den Kohlenstoff in verschiedenen Körperformen, und so noch viele andere Stoffe.

§. 392.

Das Gelin. Ich habe diesen Namen für die Zellensubstanz der Algen seit acht Jahren gebraucht, weil ich glaubte, dass dieselbe von der anderer Pflanzen, namentlich der Cellulose der Phanerogamen, verschieden sei. Ich wurde zu dieser Meinung besonders durch die oft sehr weiche und gallertartige Beschaffenheit der Zellensubstanz der niedern und höhern Algenformen verleitet. Jetzt habe ich mich überzeugt, dass in den Algen nicht nur keine andern Zellensubstanzen als bei den übrigen Pflanzen vorkommen, sondern dass auch die von mir als Gelin bezeichnete Substanz nicht überall dieselbe ist, vielmehr in allen ihren Eigenschaften mit derjenigen übereinkommt, welche *Payen* und nach ihm andere Chemiker mit dem Namen Cellulose bezeichnet haben. Ich habe nun diesen letzten Namen für die ganze Reihe der Substanzen beibehalten, welche überhaupt Zellen bilden und dabei keinen Stickstoff enthalten, den Namen Gelin aber werde ich auf die Substanz beschränken, die ich hier beschreibe.

Das Gelin ist jedenfalls isomer mit dem Amyl. *Mulder* („Scheik. Onderz.“, III. Deel, 3 St. S. 336) hat zwar eine andere Formel ($= C_{24}\ H_{42}\ O_{21}$) dafür angegeben, aber die neuesten und sehr schönen Untersuchungen *Mitscherlich's* („Bericht der Berl. Acad. d. W.“, März 1850) beweisen die Richtigkeit der ursprünglich von *Payen* festgestellten und von mir schon oben angegebenen Formel $= C_{12}\ H_{20}\ O_{10}$. *Mitscherlich* bemerkt dabei, dass durch die Natronlösung die Zellensubstanz ein wenig zersetzt werde. Die Baumwollenfaser und Leinenfaser bestehen, wenn sie von dem äussern zarten Ueberzuge, welcher das Eindringen des Wassers verhindert, befreit sind, aus reiner Gelinsubstanz, ebenso die gesunden Zellen der Kartoffeln, Mohrrüben, Zuckerrüben, des Kohlrabi u. s. w.

Man erkennt sie leicht daran, dass sie mit Jodintinctur schön blau gefärbt wird, wenn man sie vorher mit Kalilauge oder mit

hinreichend starker Schwefelsäure behandelt hat. Durch weitere Einwirkung der Schwefelsäure wird sie in Dextrin und zuletzt in Zucker verwandelt.

§. 393.

Wenn man Gelinsubstanz mit concentrirter Salpetersäure behandelt, so behält sie ihre Zusammensetzung, aber sie ist in eine gallertartige Substanz verwandelt, welche durch Jodin nicht mehr blau gefärbt wird. Sie hat ganz die Eigenschaften des Bassorin angenommen. Dieselbe Veränderung erleidet die Gelinsubstanz durch eine freiwillige Zersetzung, oder wenn man will durch einen Gährungs- oder Fäulnissprocess. Man kann diesen je nach den dabei gebildeten Producten, in die schleimige und in die trockene Weissfäule unterscheiden. Bei allen diesen Vorgängen wird das Gelin in Bassorin oder Inulin u. s. w. umgewandelt. Weitere Ausführungen werden bei der Betrachtung dieser Substanzen gegeben werden.

Xyloidin wird durch die Einwirkung der Salpetersäure auf Gelin nicht gebildet, aber wol erzeugt sich durch dauernde Einwirkung Oxalsäure. Wird bei dieser Einwirkung rauchende Salpetersäure, oder noch besser ein Gemisch von concentrirter Salpetersäure und Schwefelsäure angewandt, so entsteht das Pyroxylin, bekannt als Schiessbaumwolle. Dieses hat je nach seiner Darstellungsweise eine verschiedene Zusammensetzung. Es gleicht aber dem Xyloidin darin, dass eine gewisse Anzahl Wasseräquivalente aus dem Gelin ausscheidet und dafür eine gleiche (?) Anzahl Aequivalente der Salpetersäure oder Untersalpetersäure eintreten. Die Structur der dabei angewandten Faserzellen (Baumwolle, Leinen) wird durch die Einwirkung der beiden starken Säuren gar nicht verändert. So sehe ich bei den Leinenfaserzellen nicht nur den proteinartigen Zelleninhalt, der mit Jodintinctur sich gelb färbt, wie bei der lebendigen Zelle, sondern auch die feinsten zartesten Spiralfasern, welche das Gewebe der Leinenzellen bilden. Die Pyroxylinzellen sind so fest und gegen gewisse ätzende Flüssigkeiten so unzerstörbar geworden, dass die stärksten Säuren und Alkalien wirkungslos auf dieselben sind. Ich habe sie, um zu versuchen, ob sie nicht durch irgend ein Verfahren in den Amylzustand, in welchem sie von Jodintinctur blau gefärbt werden, zurückgeführt werden könnten, abwechselnd mit starker Kalilauge, concentrirter Salzsäure und Schwefelsäure behandelt (wobei ich die Fasern jedesmal wieder mit Wasser auswusch), aber ich habe in der Structur und Form

derselben kaum eine andere bemerkbare Veränderung hervorbringen können, als dass bei wenigen einzelnen Zellen die äusseren Lagen sich etwas in spiralige Falten zusammenzogen und dadurch auch eine Krümmung der innern Schichten bewirkten. Im Pyroxylin ist die Substanz, oder eigentlich der Stoff, ein durchaus anderer geworden. Durch die Entziehung von Wasseräquivalenten ist er dem Kautschouk in so fern nahe gebracht, dass er sich in Aether löst (Collodium), im Uebrigen aber von den ätzenden Flüssigkeiten gar nicht angegriffen wird. Jodintinctur äussert auch nicht die geringste Wirkung darauf, er bleibt dabei farblos.

§. 394.

Die Gelinsubstanz bildet nicht immer Zellen. Sie ist bald schleimig, bald weich gallertartig, bald fest in deutlichen Körnern, bald mehr oder weniger fest in Zellenform.

Hiernach können wir vorläufig folgende verschiedene Formen von Gelinsubstanzen unterscheiden, die ich hier mit einigen Erörterungen folgen lasse.

§. 395.

I. Schleimiges Gelin. Es kommt bei Ulvina myxophila (*Kg.* „Sp. Algarum", p. 147. — „Phycol. germanica", p. 120) vor. Diese niedere Pflanzenbildung entsteht im Quittenschleime (Mucilago Sem. Cydoniorum der Apotheken) und mit seiner Entstehung ist jedesmal ein Sauerwerden des Schleimes verknüpft. Es scheidet sich dieselbe in farblosen dünnhäutigen Flocken aus, welche man mittelst Papierblättchen herausfischen kann. Auf Glas eingetrocknet und mit Jodintinctur und Schwefelsäure behandelt, zeigt sich die blaue Farbe in der die Matrix bildenden Substanz, welche homogen zu sein scheint; die in derselben liegenden Körnchen werden gelb und bestehen aus Proteinsubstanz. Der Zusammenhang der Matrix ist so gering, dass man sie halbflüssig nennen kann.

II. Gallertartiges Gelin. Es zeigt sich in der Essigmutter (Ulvina aceti und Ulvina rubi idaei, *Kg.* l. c.). Die eine, U. aceti, bildet sich im gewöhnlichen Essig und zwar ebensowol in dem, welcher mit Weingeist, als in dem, welcher mit dextrinhaltigen Flüssigkeiten angestellt wird. Am meisten bildet sie sich in Essig, welcher nach der ältern langsamen Methode gewonnen wird. Aber ich habe sie auch in concentrirter Essigsäure gefunden, welche aus Alkohol nach *Doebereiner* mittelst Platinmohr in der Nordhäuser Essigfabrik von *Schreiber und Sohn* dargestellt war. Die

Bildung beginnt an den Wänden des Gefässes, dicht über der Flüssigkeit, wo Luft, Essigsäure und Gefässwand sich berühren. Es entstehen ungemein kleine schleimige Moleküle, welche sich hier ausscheiden, anhäufen, dann sich in den gewöhnlichen Essigtöpfen über die Oberfläche der Flüssigkeit verbreiten und in eine gallertartige Haut zusammenwachsen, welche mit der Zeit an Dicke zunimmt. Die auf Glas eingetrocknete Essigmutter gibt in ihrem gallertartigen Theile, der durchaus keine Zellenbildung erkennen lässt, wol aber eine sehr grosse Anzahl Proteinkörperchen enthält, sich gegen Jodintinctur und Schwefelsäure ganz wie Gelin zu erkennen. Nach Maassgabe der Dicke der eingetrockneten Masse ist die blaue Farbe heller oder dunkler. Auch hier kommt die Reaction bisweilen erst zum Vorschein, wenn zu der Schwefelsäure noch 1 — 2 Tropfen Wasser gesetzt werden. Die Einwirkung folgt weniger schnell als beim Gelin I, weil hier die Schwefelsäure zuerst das Cohäsionsverhältniss zu überwinden hat. Dass sich aus der Essigmutter durch Behandlung mit Schwefelsäure und Wasser Dextrin und Zucker bilden, davon habe ich mich überzeugt.

Die Bildung des Gelins aus den Bestandtheilen des Essigs möchte kaum einem Zweifel unterliegen.

Bei der Ulvina rubi idaei, welche im gährenden frischen Himbeersafte sich schon nach 24 Stunden in ziemlicher Menge erzeugt, liegt es nahe, an die Bildung des Gelins aus den Substanzen der Pectinreihe zu denken; denn der Saft der Himbeeren verliert in gleichem Maasse die Eigenschaft, mit Zucker zu gelatiniren, als die Bildung der Ulvina stattfindet. Dass aber diese Bildung nicht zu den Pectinsubstanzen gehört, beweist die Reaction mit Jodin und Schwefelsäure, welche sich in Nichts von der bei dem Gelin vorkommenden unterscheidet. Bei beiden Ulvinaarten ist die Gelinsubstanz gallertartig und besitzt ziemlichen Zusammenhang.

§. 396.

Die Gelinsubstanz III. Ich nenne sie Herpogelin, weil sie in den Caulerpeen — ich habe bis jetzt Caulerpa Freycinetii, taxifolia, Phyllerpa prolifera und flagelliformis, Chauvinia Selago, peltata und Lamourouxii darauf untersucht — vorkommt. Das Herpogelin bildet den Träger der grünen Körner, welche die, den innern Raum als lockeres Gewebe ausfüllenden weissen Bassorinfäden in grössern oder kleinern, getrennten oder zusammenfliessenden Häufchen besetzen. Die grüne Farbe scheint vom

Chlorophyll herzurühren und die Körner haben einige Aehnlichkeit mit kleinen Stärkekörnchen, aber sie sind mit einander verwachsen. Jodintinctur färbt diese Körner intensiv gelb, etwas ins Bräunliche ziehend, concentrirte Tinctur sogar dunkelbraun. Hinzugefügte Schwefelsäure, mit ein wenig Wasser vermischt, bringt nach und nach eine blaue Färbung der vorher grün gewesenen Körnermassen hervor. In einem Falle, wo mir die Färbung durch die Schwefelsäure nicht gelingen wollte, wurde dieselbe durch Kalilauge bewerkstelligt, welche ich nur kurze Zeit einwirken liess, dann durch Auswaschen mit Salzsäure und Wasser entfernte. Die so behandelte Körnermasse wurde durch verdünnte Jodintinctur sehr schön blau. Die Herpogelinsubstanz ist ziemlich fest und geht nur durch anhaltendes längeres Einwirken von Schwefelsäure unter Mitwirkung von Wärme in Dextrin und Zucker über. Der Grund davon ist auch hier mehr in der grössern Festigkeit der Substanz als in der Beschaffenheit des Stoffverhältnisses zu suchen.

§. 397.

Die Gelinsubstanz IV. Sie war bisher mit unter dem Ausdruck Cellulose und Membranenstoff begriffen. Sie ist von allen die verbreitetste, denn von ihr werden die meisten Zellen gebildet. Sie kommt aber nicht vor in den Zellen der Pilze, der Flechten, der Bacillarien oder Diatomeen und einem grossen Theile der niedern Algen.

Die Zellenformen des Gelins machen verschiedenartige Grade der Festigkeit durch, wonach sie unterschieden werden können. So bildet das Gelin

1. Schleimzellen in der äussersten Lage beim Leinsamen, Quittensamen und Flohsamen (Plantago Psyllium). Ferner die grossen Zellen in den Orchisknollen, die schleimigen Zellen in der Altheewurzel, in Symphytum officinale, dem Carragheen und vielen andern Pflanzen. Man hat bisher überall irrthümlich den Schleim, welchen man durch Auskochen aus diesen Pflanzentheilen oder durch Schütteln derselben mit kaltem Wasser, wodurch in beiden Fällen die Schleimmoleküle von der Aussenseite der Zellenwand mechanisch abgerissen und ebenso in Wasser suspendirt werden, erhalten wird, mit Traganthschleim, Bassorin und arabischem Gummi, auch wol mit Dextrin und Pectin verwechselt, weil man sich nicht streng an die chemische, sondern mehr an die oberflächliche Erkennungsweise hielt, wobei die „schleimige“ oder „gallertartige“ Beschaffenheit den Ausschlag

gab. Aber die Schleim- und Gallertzellen aller oben genannten Pflanzen sind aus Gelinsubstanz gebildet, sie werden alle mit Jodintinctur und Schwefelsäure blau. Selbst der durch Kochen oder durch Schütteln mit kaltem Wasser gewonnene Schleim ist durch aufgelöste (oder suspendirte) Gelinsubstanz schleimig. Aber man muss ihn, wenn man auf ihn reagiren will, erst eintrocknen lassen. Nur beim Leinsamenschleim finde ich die Färbung sehr blassblau; ich glaube daher, dass hier die Gelinsubstanz mit viel Bassorin gemischt ist. Ferner habe ich bisweilen bei den Schleimzellen der Quittensamen gefunden, dass sie ohne Zusatz von Schwefelsäure durch Jodintinctur blassblau wurden, was auf eine Vermischung mit Amylsubstanz hinweist.

Mulder hat die Bleioxydverbindungen mehrerer dieser Schleimarten zweimal untersucht. Sie bestehen nach den zuletzt von ihm angestellten Untersuchungen aus:

(Quittenschleim) . .	46,44 C.	6,18 H.	47,38 O.
(Leinsamenschleim)	45,82 C.	5,92 H.	48,26 O.

Beide Schleimarten sind von *Mulder* im J. 1846 untersucht worden, als Folge der Untersuchungen von *C. Schmidt* („Scheik. Onderzoek.", III. Deel, p. 17—30). Nach den frühern Untersuchungen *Mulder's* („Nutnur-en Scheik. Archief", 1837 und „Bulletin", 1838, p. 35) besteht der Schleim aus

Sphaerococcus crispus (Carragheen) aus	45,17 C.	4,88 H.	49,95 O.
Altheewurzel.	46,00 C.	4,96 H.	49,04 O.

Obschon *Mulder* als allgemeine Formel für den Schleim $= C_{24} H_{38} O_{19}$ angibt, welche aber nur durch den (beim Trocknen sich leichter zersetzenden) Quittenschleim annähernd ausgedrückt wird, so geht doch hieraus hervor, dass man nach den übrigen Ergebnissen auch ebenso gut die Formel $= C_{12} H_{20} O_{10}$ annehmen kann. Dass die genannten Schleimarten durch Digestion mit verdünnter Schwefelsäure in Zucker verwandelt werden, hat *C. Schmidt* („Annal. d. Chem. u. Pharm.", Juli 1844) bewiesen.

II. Die Gallert- und Knorpelzellen bei den Tangen und andern Pflanzen. Sie sind nur in der Festigkeit von den vorigen verschieden.

III. Die weichen häutigen Zellen des gewöhnlichen Parenchyms, Merenchyms und der verschiedenen Arten des Fleisch- und Markgewebes der Phanerogamen und der höhern Kryptogamen. Von diesen sind untersucht: Das Zellengewebe von Hollundermark, der Gurken, das Mark von Aeschynomene paludosa, die Zellen der Wurzelschwämmchen, die Samenknospen der Mandeln, der Aepfel und der Sonnenrose (Helianthus annuus) von *Payen*. („Annal.

des sc. nat.", Serie 2, T. II, Bot. 1839, p. 21.) — Ferner hat derselbe Chemiker das Zellengewebe der Blätter von Endivien, Ailanthus glandulosa und Agave americana im folgenden Jahre untersucht (l. c. Août. 1840, p. 73). An diese Untersuchungen schliessen sich die Arbeiten von *Fromberg* („Scheik. Onderz.", II. Deel, p. 36—61. — „*Erdm.* Journ.", 1844, No. 11, 12, p. 198), welcher das Zellengewebe der Rüben, des weissen Kohls, der Endivien und der Charen analysirt hat; dann die Arbeiten *Mulder's* („Scheik. Onderzoek.", III. Deel, 3. St., p. 336), welche sich über Papierfaser, Flachs, Baumwolle, Bast von Agave americana und mehrere andere Gegenstände verbreiten; den Schluss bildet *Mitscherlich* („Bericht d. Berl. Academie d. W.", 1850, März), welcher das Papier untersuchte, das in Schweden mit reinem Wasser dargestellt und in den Laboratorien zu Filtern gebraucht wird. *Mitscherlich* hat sich überzeugt, dass dieses Papier „reine Cellulose" ist, während in der Flachszelle oft noch ein proteinhaltiger Inhalt zurückbleibt. Er nimmt an, dass die Zusammensetzung des reinen Gelins = $C_{12}\ H_{20}\ O_{10}$ sei, nicht $C_{24}\ H_{42}\ O_{21}$, wie *Mulder* aus seinen Versuchen schliesst.

IV. Das harte, holzige, hornartige und knöcherne Gelingewebe, welches in dem jungen Holze und in dem Albumen der Samen vorkommt. *Payen* (l. c., Août., 1840, p. 82) und *Baumhauer* („Scheik. Onderz.", II. Deel, p. 62—75) haben die „Cellulose" der Samen von Phytelephas macrocarpa, welche als „Steinnüsse" oder „vegetabilisches Elfenbein" in den Handel kommen und von den Drechslern verarbeitet werden, analysirt und die Resultate beider liefern den Beweis, dass das Gelin dieser knochenharten Samen sich durch Nichts weiter von dem des Hollundermarks, der Baumwolle, der Leinenfaser u. s. w. unterscheidet, als durch den Aggregatzustand.

Die Spiralgefässe von Musa sapientum und die harten und festen Holzzellen der verschiedenen Pflanzentheile bestehen alle in der Jugend aus Gelinsubstanz, welche sich im Alter nach und nach verändert. Analysen davon haben *Payen*, *Mulder* und Andere geliefert. Mehr davon bei der Inulingruppe §. 399 fg.

§. 398.

Eine dem Gelin nahe kommende, gleichsam zwischen ihm und dem Inulin stehende, vielleicht aber mit dem Dextrin identische Substanz kommt in dem Gewebe der sogenannten Muskatblumen vor. Wenn man diese letztere mit Alkokol oder Aether von dem Oele befreit, wodurch sie ihre gelbe Farbe bekommen,

dann mit Wasser auswäscht, so färbt die Jodintinctur die Wände der runden Zellen braun. Behandelt man diese Zellen vorher mit concentrirter Salpetersäure, so werden sie durch Jodintinctur sehr schön amethystroth gefärbt; dasselbe geschieht auch wenn man Schwefelsäure anwendet, oder die Zellen mit Kalilauge behandelt und das Kali vorher mit Chlorwasserstoffsäure wieder abstumpft. Es hat also diese Substanz in dem veränderten Zustande grosse Aehnlichkeit mit dem Amyl der Tange, welches auch durch Jodin nicht blau, sondern amethystroth oder violet gefärbt wird. Man könnte sonach unter diesen Substanzen eine blaue und eine amethystrothe Amylgruppe unterscheiden. Das Dextrin, welches im Handel in reinen klaren Stückchen, wie Gummi arabicum, vorkommt, verhält sich gegen Jodin und Schwefelsäure genau wie die Substanz in den Macis, nur mit dem Unterschiede, dass die letztere eine gewisse Structur und Festigkeit besitzt und unauflöslich in Wasser ist.

§. 399.

48. Die Inulingruppe (Sinistringruppe). Sie zeichnet sich dadurch aus, dass die Substanzen, die zu ihr gehören, durch Jodin orangegelb oder gelbbraun gefärbt werden, entweder unmittelbar oder durch Einwirkung von Schwefelsäure.

Die zur Inulingruppe gehörigen Substanzen sind bisher nicht genau unterschieden worden. Man hat sich durch die äussere Form der Körper, in welchen das Inulin vorkommt, verleiten lassen, einen andern Stoff darin zu suchen, als darin wirklich enthalten ist, weil man gewohnt war, das Inulin nur in der Form eines feinen Pulvers zu erblicken. Daher kam es, dass man die „Cellulose" bei den Pilzen und Flechten für dieselbe Substanz gehalten hat, als in der Baumwolle, der Leinenfaser und andern Gelinzellen.

Das Inulin in seiner ausgedehntesten Bedeutung ist ein allgemeiner Pflanzenstoff. Er ist entweder aufgelöst oder in kaum erkennbaren Molekülen im Zellensafte enthalten, oder er bildet Fasern, Zellen u. s. w., kurz ganz ähnliche oder gleiche Formen wie das Amyl und Gelin. Die Polarisationsebene drehen die zur Inulingruppe gehörenden Substanzen nach links. Wir unterscheiden folgende Glieder:

Inulin (im engern Sinne) = $C_{12}\ H_{16}\ O_8 + 2\ H_2\ O$ *(Mulder).*
Gummi (Bassorin) . . . . = $C_{12}\ H_{16}\ O_8 + 2\ H_2\ O$ *(Mulder).*
Lignin . . . . = $C_{12}\ H_{16}\ O_8$ *(Gay-Lussac* u. *Thénard).*

§. 400.

Das Inulin im engern Sinne wird vorzüglich in den Wurzeln der Compositen (Cichorium Intybus, Taraxacum officinale, Georgina variabilis, Helianthus tuberosus), ferner in Angelica Archangelica, Colchicum autumnale, Datisca cannabina und einigen Flechten angegeben, aber es macht gewiss einen so häufigen Bestandtheil der Pflanzen aus, dass ich glaube es als einen allgemeinen annehmen zu müssen. Dass das Inulin ein weisses Pulver darstelle, darüber sind alle Angaben gleich; aber nicht darin, in welcher Form es in den Zellen der oben genannten Pflanzen enthalten sei. *Meyen* und *Link* sagen, dass es im Zellensafte aufgelöst sei, weil man es mit dem Mikroskope nicht darin erkennen könne; dagegen bemerkt *Schleiden*, dass das Inulin in feinen Körnern in den Zellen vorhanden, es besitze aber die Eigenschaft, das kalte Wasser einzusaugen und dadurch unter dem Mikroskope zu verschwinden, weil seine „lichtbrechende Kraft" der des Wassers gleich sei. Ich gebe das für einzelne Fälle zu, namentlich für diejenigen, wo man das Inulin aus gefrorenen Georginenknollen untersucht. Aber es gibt gewiss mehr Fälle, wo es wirklich aufgelöst oder wenigstens so fein in einer Flüssigkeit suspendirt ist, dass man es für aufgelöst ansehen kann, als wo es sich deutlich körnig ausgeschieden hat. Denn obgleich es richtig ist, dass die Inulinkörnchen das Licht fast ebenso brechen, wie das Wasser, so müssten doch die Körnchen zum Vorschein kommen, wenn die Flüssigkeit mit Jodinlösung versetzt würde, wodurch die oben angegebene Reaction eintritt, welche selbst bei einer sehr verdünnten Lösung noch hinreichend ist, die Körnchen sichtbar zu machen; aber wenn man Jodintinctur, die mit Alkohol bereitet und verdünnt ist, nimmt, so scheiden sich die Inulinkörnchen durch den Alkohol aus der Lösung ab, nimmt man aber eine wässerige Jodinlösung, so färbt sich zwar die inulinhaltige Flüssigkeit gelb, aber die Ausscheidung von Körnern findet nicht Statt. Ich habe überhaupt die Körnerbildung nur sehr mangelhaft beim Georginensaft bemerkt, der von gefrornen Knollen bereitet worden war und einige Tage gestanden hatte. Es setzt sich dabei oben auf eine Oelschicht, welche aus einer sehr grossen Anzahl Oeltropfen besteht. Diese Oeltropfen können von Unkundigen leicht für Inulinkörner gehalten werden, wesshalb ich sie hier besonders erwähne. Sie sind im frischen Zellensafte ganz farblos und mit einer zarten Schleimhülle (Inulinhülle?) umgeben, die bisweilen an der Aussenfläche mit sehr zarten Schleim-

härchen besetzt ist. Durch Jodintinctur werden sie nach Maassgabe dunkel- oder gelbbraun gefärbt, ein Umstand, welcher leicht dazu verleiten kann, sie für Inulinkörner zu halten; drückt man sie aber zwischen zwei Glasplatten, so sieht man deutlich, dass es Oeltröpfchen sind. Lässt man den Saft aus den Georginenknollen auf einer Glasplatte eintrocknen, so bleibt ein kreideweisser zusammenhängender Rückstand, welcher, wenn man ihn trocken unter dem Mikroskope betrachtet, aus ungemein kleinen opaken Körnchen besteht, deren Durchmesser kaum $^1/_{6000}'''$ sein kann. Diese Körnchen liegen nicht locker neben einander wie die Stärkekörperchen, sondern sind aneinander geklebt und da wo Oeltröpfchen dazwischen gewesen sind, ist das Oel in die benachbarte trockene Umgebung eingedrungen und hat durchsichtige Oelflecke erzeugt. Diese sehr feinen Körnchen sind das Inulin. Durch Benetzen mit Wasser lassen sie sich zwar viel schwieriger erkennen, aber man sieht sie doch, wenn man recht aufmerksam beobachtet. Noch leichter sieht man sie, wenn man sie mit Jodintinctur vorher benetzt hat. Das Inulin ist auch wirklich im kalten Wasser auflöslich, noch mehr aber im heissen. Ist die Auflösung in heissem Wasser concentrirt, so scheidet es sich nach dem Erkalten wieder als weisses Pulver aus. Man kann das Inulin aus dem Safte der oben gedachten Wurzeln abscheiden:

1) wenn man den Saft mit starkem Alkohol mischt;

2) wenn man den Saft einkocht und dann erkalten lässt.

In beiden Fällen scheidet sich das Inulin in Flocken oder als weisses zartes Pulver aus. Je öfter man die Auflösung des Inulins in kochendem Wasser wiederholt, um so mehr bekommt es die Eigenschaft, sich in kaltem Wasser zu lösen. Das rührt daher, dass man durch längeres anhaltendes Kochen das Inulin in eine gummiartige und dann in eine zuckerartige Substanz (Schleimzucker) verwandeln kann. Trocknet man einige Tropfen vom Zellensafte der Georginenknollen auf einer Glasplatte bei einer Temperatur von $+ 60-80^0$ ein, so sieht der Rückstand nicht kreideweiss und matt aus, sondern gelbbräunlich, durchsichtig und glänzend, wie wenn man eine dextrinhaltige Flüssigkeit (z. B. Bier) hätte eintrocknen lassen. Benetzt man diesen Rückstand noch während des Erkaltens mit ein wenig Wasser, mittelst eines Pinsels, so wird er undurchsichtig, matt und weiss, aber mit einem Stich ins Gelbbräunliche.

Man kann auch das Inulin aus getrockneten Wurzeln durch blosses Kochen mit Wasser ausziehen und das Decoct durch Verdampfung concentriren, bis sich auf der Oberfläche eine Haut

bildet. Nach dem Erkalten setzt sich das Inulin ab. Diese Haut bildet sich übrigens beim Verdampfen aller (?) Pflanzenextracte und aus der extracthaltigen Flüssigkeit setzt sich auch ein Niederschlag ab, den *Berzelius* Apothema genannt hat und den man früher oxydirten Extractivstoff nannte. Ich glaube, dass dieses Apothema in vielen Fällen mit dem Inulingehalte der Pflanzen zusammenhängt.

Ausser durch Kochen mit Wasser kann das Inulin durch verdünnte Säuren noch viel leichter als das Amylon in Zucker übergeführt werden; auch mit Hefe zusammengebracht, wird es in seiner Auflösung in Zucker verwandelt und diese Zuckerlösung geht bald in geistige Gährung über. Der aus Inulin gebildete Zucker dreht, wie das Inulin und Arabin, die Polarisationsebene nach links; das Drehungsvermögen ist dabei nach *Bouchardat's* Angaben dreimal so gross, als bei dem Traubenzucker, welcher durch Einwirkung der Säuren aus dem Rohrzucker erhalten wird. Durch concentrirte Salpetersäure wird das Inulin in Oxalsäure verwandelt, aber kein Xyloidin gebildet. Galläpfeltinctur (Gerbsäure) schlägt das Inulin aus seiner wässrigen Auflösung nieder, aber der Niederschlag löst sich durch Kochen wieder auf. Nach *Croockewit* geben einige Metalloxyde unter gewissen Bedingungen ihren Sauerstoff an das Inulin ab, wodurch jene reducirt und aus dem Inulin verschiedene Producte, namentlich Ameisensäure, gebildet werden.

Wird das trockne Inulin bis etwas über $+ 100^0$ erhitzt, so verwandelt es sich in eine süssliche gummiartige Substanz, welche sich leicht in kaltem Wasser löst. Mit Basen zusammengebracht, zersetzt es sich theilweise, wobei Glucinsäure und Apoglucinsäure gebildet werden, welche sich mit der Base vereinigen; nebenbei aber entsteht auch noch ein Inulat.

Mulder zweifelt an der Existenz reiner Inulate, so wie auch an einem reinen Inulin, worin er Recht haben mag. Mit der Amylonform hat diese Inulinform Nichts gemein, wonach die Angaben *Meyen's* zu berichtigen sind.

Wegen der Unbeständigkeit und leichten Zersetzbarkeit des Inulins kommt es, dass die Angaben (wie überhaupt bei den Substanzen der ganzen Cellulosereihe) über seine elementare Zusammensetzung differiren. Nach *Parnell* („*Erdm.* Journ.", XXVI, p. 140) hat das aus den Georginenknollen dargestellte Inulin die Formel $= C_{24}\ H_{42}\ O_{21}$, während *Mulder* für das aus Inula Helenium und Taraxacum dargestellte die Formel $= C_{24}\ H_{40}\ O_{20}$ gibt. *Croockewit* („*Lieb.* Annal. d. Chem.", XL, p. 184 fg.) bestätigt

beide Angaben und erklärt die Differenz derselben dadurch, dass er annimmt, das Inulin besitze nach der verschiedenen Darstellungsweise und den verschiedenen Pflanzen, aus denen es gewonnen, auch verschiedene Zusammensetzung. Dieser Meinung scheinen auch die meisten Chemiker zugethan.

Nur *Woskressensky* („Bullet. de St. Pétersbourg“, Tom. V, No. 3) ist nicht dieser Meinung, indem er gefunden zu haben glaubte, dass das Inulin sich von einer constanten Zusammensetzung darstellen lasse und dass es einen grössern Kohlen- und Wasserstoffgehalt besitze, als man bisher geglaubt habe. Er gibt ihm die Formel $= C_{24} H_{19} O_{14}$. Sie weicht so sehr von der durch *Mulder* und andere Chemiker gegebenen ab, dass das Inulin hiernach gar nicht zu den Gliedern der Cellulosereihe gerechnet werden könnte, sondern für sich aufgestellt werden müsste, wenn sie richtig wäre. Aber man hat Grund, an der Richtigkeit von *Woskressensky's* Angaben zu zweifeln, weil die Darstellungsweise, nach welcher er sein Inulin erhält, keineswegs von der Art ist, dass sie ein reineres Inulin, als das von Anderen untersuchte, erwarten lässt, und endlich hat auch *Woskressensky* keineswegs den Beweis geliefert, dass er ein Inulin von constanter Zusammensetzung dargestellt habe, vielmehr geht aus seinen fernern Mittheilungen hervor, dass sein Inulin aus Taraxacum bei weitem weniger Kohlenstoff enthält, so dass dessen Zusammensetzung sich sehr der *Mulder'schen* Formel nähert. Ich halte daher die Versuche *Woskressensky's* zur Gewinnung eines reinen Inulins für verfehlt und glaube, dass wir uns hinsichtlich seiner Zusammensetzung an die von *Mulder* und *Parnell* gegebenen und von *Croockewit* bestätigten Formeln noch am sichersten halten können.

Was nun die Entstehung des Inulins betrifft, so liegen Beobachtungen vor, welche sehr die Ansicht unterstützen, dass dasselbe auf verschiedene Weise, besonders aber durch Zersetzung der Pflanzensäure und des Zuckers, so wie auch des Gelins sich bilden könne. Ich werde eine hierher gehörige Beobachtung mittheilen.

An einer sehr grossen Zuckerrübe, welche ich über zwei Monate (von Mitte October bis Ende December) in meinem Zimmer liegen hatte, bemerkte ich, als ich das untere, zum Theil schwarz gewordene und durch Austrocknung eingeschrumpfte Ende abschnitt, einzelne Stellen, an welchen das Zellengewebe auseinander getreten war durch Ansammlung einer mehr als syrupdicken klaren gummiartigen, aber etwas süsslich schmeckenden, farblosen

Substanz, welche langsam hervorquoll, wie der Terpentin aus den Harzgängen der Tannenstämme. Mit der Messerklinge konnte man immer mehr davon herausnehmen und die Masse hatte Aehnlichkeit mit einem dicken zähen Gummischleim. Auf Glas ausgebreitet, konnte man unter dem Mikroskope eine unendliche Menge kleiner Kügelchen, deren Durchmesser ich auf ungefähr $^1/_{3000}'''$ schätzte, zwischen einer andern homogenen klaren Masse erkennen. Diese Kügelchen hatten sehr bestimmte Umrisse, waren aber übrigens klar und farblos. Jodintinctur färbte sie gelbbräunlich, während die Matrix, in der sie schwammen, und welche sich ganz wie ein Gemenge von Arabin mit ein wenig Zucker verhielt, kaum davon gefärbt wurde. Ein Wassertropfen löste die Matrix vollständig auf und liess die Kügelchen unangefochten. Um mich zu überzeugen, dass dieselben nicht einer Proteinsubstanz angehörten, behandelte ich sie zuerst mit Salpetersäure in gelinder Wärme und sättigte diese nachher mit Ammoniak, wobei sie farblos blieben; mit Schwefelsäure und ein wenig Wasser behandelt, lösten sie sich auf. Ich glaube hieraus sicher schliessen zu können, dass diese Kügelchen Inulin waren und dass dieselben sich wie auch das Arabin (?) jedenfalls aus dem Zucker der Rübe gebildet hatten. Es ist auch bekannt, dass alle in der Zersetzung begriffene „angegangene" Rüben weniger Zucker geben und ungern zur Fabrikation genommen werden, weil sie die Entstehung von Schleimzucker bei dem Sieden vermehren. Auch dieser Theil der Rübe hatte fast seinen süssen Geschmack verloren, es musste eine Art „Schleimgährung" stattgefunden haben.

§. 401.

Gummi. (Flechtenstärke, Fungin.) Alle zu dem Gummi gehörenden Substanzen kommen darin überein, dass sie von Jodintinctur nicht unmittelbar, sondern erst mit Hülfe der Schwefelsäure braun gefärbt werden. Es sind sehr viele Gebilde, in welchen das Gummi vorkommt, namentlich sind die Gummisubstanzen sehr verschieden, je nach ihrem Zusammenhang und ihrer Auflöslichkeit in Wasser. Im Alkohol, Aether und Oelen ist das Gummi durchaus unlöslich. Diejenigen zum Gummi gehörenden Substanzen, welche nicht im Wasser auflöslich sind, scheinen diese Eigenschaft nur vermöge eines organischen (auf Texturfestigkeit beruhenden) Zusammenhanges zu besitzen, was aus den spätern Untersuchungen hervorgehen wird.

Guérin-Varry nennt das auflösliche Gummi Arabin, das

unlösliche Bassorin. Beide und ihre Gemenge werden mit unter der Collectivbenennung „Pflanzenschleim“ begriffen, wozu aber auch noch Gelinformen gehören.

§. 402.

Man hat bisher nur diejenigen Stoffe als Gummi betrachtet, welche freiwillig aus der Rinde mancher Stämme oder auch der Früchte als zähe Masse hervorbrechen, dann eintrocknen. Man unterscheidet von diesen:

1) Arabisches Gummi, welches in Arabien und den Nilgegenden von verschiedenen Acaciaarten, wie Acacia tortilis, A. vera, A. Seyal, A. nilotica u. m. a. gesammelt wird. Es besteht fast aus reinem Arabin, in welchem das Mikroskop nur sehr vereinzelte, gegliederte und theilweise verzweigte Fäden eines kleinen Pilzes zeigt, dessen Zelleninhalt aus einem proteinartigen Stoffe besteht.

2) Senegal-Gummi. Es wird in den Gegenden nördlich vom Senegal gesammelt, von verschiedenen Acacien (A. Senegal, A. Adansonii), welche hier Wälder bilden. Es besteht theils aus Arabin, theils aus Bassorin, welches als eine durchsichtige klare Gallert zurückbleibt, wenn das Arabin mit kaltem Wasser ausgezogen wird. Auch in ihm, wie in allen folgenden Sorten, finden sich die oben genannten Pilzfäden.

3) Gedda-Gummi und barbarisches Gummi. Beide Sorten sind wenig bekannt, ähneln dem Senegal-Gummi, enthalten aber mehr Bassorin und sollen von Acacia gummifera abstammen.

4) Bassora- und Kutira-Gummi. Diese sollen nach *Wiggers* ganz mit einander übereinstimmen und auch von einer Acacia abstammen. Legt man sie in Wasser, so quellen sie zu einer durchsichtigen Gallert auf, welche unter dem Mikroskop keine Structur zeigt.

5) Traganth-Gummi. Es bricht absatzweise aus Spalten verschiedener Astragulusarten hervor und bildet schuppig muschelförmige Stücken. Man kann zwei Arten unterscheiden:

a) Tragacantha minor, lutescens, vermicularis. (Taf. 3. Fig. 4.)

b) Tragacantha major, albissima, lata. (Taf. 3. Fig. 4.)

Beide sind auch in der Structur von einander verschieden. Der Traganth ist ein selbständiger Organismus, ein Pilz, der aus den Pflanzen hervorbricht, wie die Nemaspora crocea aus der Rinde der Buchenstämme. Wie diese Bildungen im Innern

der Pflanzen, aus denen sie hervorbrechen, entstehen, darüber wird die Entstehung des Kirsch- und Pflaumengummis Aufschluss geben, die ich nachher mittheilen werde. Macht man bei der trockenen Tragacantha major (bei welcher die Structur am deutlichsten zu sehen ist) mit dem Messer einen feinen Schnitt und legt denselben auf den Objectträger in Wasser, so schwillt er auf, wie ein Schnitt von einer getrockneten gallertartigen Alge (z. B. Carraghen) und man sieht deutlich grosse neben einander liegende runde Zellen, welche wie im Merenchym ziemlich lose vereinigt sind. Innerlich enthalten sie Amylonkörner, welche durch Jodintinctur sich blau färben; das Uebrige bleibt ungefärbt; aber man sieht bisweilen noch zwischen den Zellen einzelne feine Fasern und kleine steife Spiralfasern liegen, welche jedenfalls von der Mutterpflanze herrühren. Die zellige Structur wird überhaupt durch Jodintinctur deutlicher sichtbar. Ein Tropfen concentrirte Schwefelsäure macht die Zellenwände noch dicker, als sie sind, und wo sie hinreichend auf dieselben einwirkt, färben sie sich gelb oder orange. Durch wiederholtes Auswaschen mit Wasser und Behandeln mit Schwefelsäure verlieren diese dicken Bassorinzellen die Eigenschaft, durch Jodintinctur gefärbt zu werden, eine Erscheinung, die auch die gallertartige Substanz des Bassoragummi zeigt und bei den Bassorinzellen aller Pflanzen vorkommt, die ich bisher untersucht habe. Aber die dicken Traganthzellen zeigen noch eine innere Auskleidung von einer sehr zarten Zelle, welche aus Gelinsubstanz besteht und daher erst zum Vorschein kommt, wenn die Schwefelsäure einwirkt. Demnach besteht der Traganth aus drei Substanzen: 1) Bassorin, die äussere dicke Zellenwand in mehreren Schichten bildend; 2) Gelin, die innere zarte Zelle bildend, welche 3) die Amylonkörner einschliesst. Bei Tragacantha minor sind die Amylonkörner um vieles kleiner, auch die Bassorinzellen sind kleiner und weniger deutlich sichtbar.

6) Das Pflaumen- oder Kirsch-Gummi (Taf. 3. Fig. 1.) schwitzt aus den Stämmen, Aesten und Früchten der Drupaceen aus. Man findet es an den Kirsch-, Pflaumen-, Mandel- und Aprikosenbäumen. Ob es nach der verschiedenen Pflanzenart, welche es liefert, auch verschieden ist, muss erst noch eine genaue Untersuchung lehren. Ich habe seine Entstehung und Weiterbildung an den Früchten von Prunus domestica genau beobachtet. Das Pflaumengummi kommt nicht in Bändern oder wurmförmig verschlungenen Fäden vor, wie der Traganth, sondern es dringt langsam aus den betreffenden Pflanzentheilen

heraus und bildet dann zähe, dickflüssige, mehr oder weniger klare helle Tropfen, die an der Luft austrocknen und hart werden. Ihre bräunliche Farbe rührt von einer Beimischung einer ulmin- oder huminartigen Substanz her. Kaltes Wasser löst einen Theil einer dem Arabin ähnlichen Substanz auf, der Rückstand besteht aus Bassorin; weil er aber durch anhaltendes Kochen mit Wasser sich leichter in Arabin verwandeln lässt, als eine andere Bassorinsubstanz, so hatte *Guérin-Varry* ihm den Namen Cerasin gegeben. Im gewöhnlichen Cerasin bemerkt man nur eine sehr undeutliche organische Structur, oder auch gar keine. Aber untersucht man die Stelle, womit das Gummi an der Mutterpflanze gesessen, so bemerkt man sehr feine Moleküle, welche eine reihenweise Anordnung zeigen und wie durch eine Art Strömung sich gebildet zu haben scheinen. Bei den Pflaumen kann man nun leicht den Zusammenhang der ausgeflossenen Substanz mit der innern Beschaffenheit des Gewebes verfolgen. Das Zellengewebe, wo der Ausfluss stattgefunden, ist theils zerstört, theils in der Zersetzung begriffen und braun gefärbt. Das Mikroskop zeigt, dass die gesunden Zellen des saftigen Parenchyms noch aus reinem Gelin bestehen, die braungefärbten aber sind schon grösstentheils in eine Substanz umgewandelt, welche sich wie Bassorin gegen Jodin und Schwefelsäure verhält. Wo die Umbildung in Bassorin stattgefunden hat, da beginnt an den äussersten Stellen, welche der Luft am nächsten liegen, auch die Zellenwand sich aufzulösen und zu zerfliessen (Fig. a. b.). Dieser Auflösung geht jedesmal erst eine bedeutende Verdickung und Auflockerung der Zellenwand voraus und eine recht genaue und scharfe Beobachtung unterstützt von Jodin und Schwefelsäure lässt zunächst in der Wand eine Streckung eines Systems verflochtener sehr zarter Schleimfasern erkennen, welche sich immer mehr entflechten und auflockern, wie das Ende eines Haargeflechts. In weiterer Entfernung laufen dann auch die Schleimfasern parallel neben einander her (b.) und an andern Stellen lösen sich dann die Fasern in punktförmige Moleküle auf (c.), die gewöhnlich noch in der Richtung der Fasern liegen. Weiter bemerkt man nun, dass diese Moleküle sich vergrössern, und allmälig zu Zellen werden, welche zuletzt, als Mutterzellen, wieder kleinere Tochterzellen ersten und zweiten, auch wol dritten Grades einschliessen (d.), übrigens aber durchaus nur aus Bassorin bestehen und keinen Protein- oder andere Körper einschliessen. Die ganze Masse ist klar und farblos. Je weiter aber nach aussen, desto mehr verwischen und zerfliessen diese Bildungen.

So beweist diese Untersuchung ganz genau die Entstehung der Gummisubstanzen aus der Gelinsubstanz. Es steht indessen diese Erscheinung nicht isolirt da und ich werde in der Folge zeigen, dass viele Pilzbildungen mit der Umbildung der Gelinsubstanz in Bassorin beginnen. Zunächst aber ist es nöthig, die weitern chemischen Eigenschaften des Gummi in Betracht zu ziehen.

§. 403.

Das aufgelöste Gummi (Arabin) besitzt die Eigenschaft, die Polarisationsebene des polarisirten Lichtes nach links zu drehen, in hohem Grade. Wird aber die Auflösung mit Schwefelsäure versetzt und nach und nach erwärmt, so vermindert sich diese Drehung und wendet sich zuletzt nach rechts. Das Gummi ist dadurch in Dextrin verwandelt, welches durch weitere Behandlung mit Schwefelsäure in gährungsfähigen Zucker übergeht. Aber dieses Gummi-Dextrin weicht von dem Amylondextrin dadurch ab, dass es mit Salpetersäure Schleimsäure liefert und von Jodintinctur selbst mittelst Schwefelsäure gar nicht mehr gefärbt wird. (Vergl. Traganthgummi.) Eine Gummilösung verändert sich durch Stehen an der Luft dadurch, dass sich feine Pilzfasern in Form gallertartiger Massen bilden, die zuletzt in Schimmelfäden auswachsen, während die übrige Flüssigkeit sauer wird. Es erzeugt sich anfangs Essigsäure, zuletzt Milchsäure. Diese Veränderung mag wol durch die Anwesenheit der Proteinfasern, welche sich in Folge der Auflösung der höhern Pflanzenzellen mit dem Gummi vermischt haben, angeregt und weiter geführt werden. Die Entstehung des Gummi macht es erklärlich, warum seine Zusammensetzung nicht von der des Gelins und Amyls verschieden ist. Mit Basen verbindet sich das Gummi zu unkrystallinischen Verbindungen, welche zum Theil in Wasser löslich sind. Das Gummi, wie überhaupt alle aufgelösten Substanzen der Cellulosegruppe und des Pectins besitzen die Eigenthümlichkeit selbst krystallisirbare Körper, welche sich mit ihnen zugleich in Auflösung befinden, an dem Herauskrystallisiren zu hindern. Dadurch werden oft mineralische oder überhaupt unorganische Bildungen von diesen Substanzen eingeschlossen und diese folgen dann der Anordnung, welche durch die organischen Bewegungen bedingt wird. So tragen Verbindungen der Basen mit den Substanzen der Cellulosereihe dazu bei, dass manche organische Formen eine besondere Härte bekommen, gleichsam verknöchern, wie die steinigen Hüllen der Nüsse und Steinfrüchte.

§. 404.

Bildung des Bassorin aus dem Gelin in allen ältern Hölzern. Wenn das Holz bei den perennirenden Pflanzentheilen über ein Jahr alt ist, so verlieren die Holzzellen und Spiralfasern, welche in der Jugend immer und durchaus aus Gelinsubstanz bestehen, ihre Eigenschaft durch und durch, von Jodin mit Hilfe der Schwefelsäure blau gefärbt zu werden. Vielmehr zeigt sich, dass die Zellen — die eine Art früher, die andere später — von der Aussenseite her in der Substanz derartig verändert werden, dass die äussern Schichten der einzelnen Zellen zuerst (gleichsam durch eine Art Gährungsprocess) in Bassorinsubstanz sich umändern. Behandelt man einen Querschnitt von einer solchen Holzpartie mit Jodintinctur und Schwefelsäure, so erscheinen die Holzzellen alle mit einer oder mehreren innern Schichten, welche blau gefärbt, und einer oder mehreren äussern Schichten, welche orange oder braun gefärbt sind. Dass diese äussern Schichten wirklich Bassorin sind, beweist der Umstand, dass sie durch weitere Behandlung mit Schwefelsäure in Gummidextrin übergehen, wodurch sie die Fähigkeit verlieren, durch Jodin ferner gefärbt zu werden. Man kann dies bei allen Hölzern, besonders schön aber auch in dem hornartigen Zellengewebe der „Kaffeebohnen" beobachten. In den Holzzellen geht bei normalem Vegetationsacte diese Veränderung nur sehr langsam von statten, ohne dass dabei eine Erweichung oder Auflockerung der Zellenwände stattfände, vielmehr werden diese bisweilen noch härter, fester. Auf diese Weise bildet sich zuletzt die ganze Gelinzelle in eine holzige Bassorinzelle um. Wo die beiden Substanzen noch in ziemlich gleicher Menge vorhanden sind, erscheinen die Zellenwände auf dem Längenschnitte Grün. Solcher Fälle hat *Mulder* („Versuch einer allgem. physiol. Chemie". Braunschweig. Tab. III. Fig. 23. 27. b. 28.) mehrere abgebildet.

§. 405.

Bildung des Bassorins bei der Weissfäule des Holzes. Bei der Weissfäule treten dieselben Erscheinungen in der Zellensubstanz ein, wie im normalen Zustande, aber da diese Veränderung eine Folge grösserer Feuchtigkeit ist, welche gleichsam in den fertigen Zellen, oder eigentlich in den Intercellularräumen des Gewebes stagnirt, so finden die Veränderungen nicht nur schneller Statt, sondern greifen auch in so fern noch weiter, als die äussern Zellenschichten, wenn sie in Bassorin übergegangen sind, sich auflockern und allmälig auflösen, wodurch der feste

Zusammenhang der Zellen und Gefässe aufgehoben und das Holz in eine weiche schwammige weisse Masse verwandelt wird. Die Zellen lassen sich in diesem Falle oft ebenso schön untersuchen und trennen, als wenn das Holz mit Salpetersäure gekocht wird, wodurch übrigens immer zuletzt eine Umänderung in Gummidextrin erfolgt. Diese Umänderung ist von *Sacc* für künstliche Pectinsäure ausgegeben worden (§. 386).

§. 406.

Bildung des Bassorins bei der Fäulniss und Gährung saftiger und anderer Pflanzentheile. Wenn Aepfel, Birnen, Pflaumen, Rettige, Mohrrüben und ähnliche Pflanzentheile in Fäulniss übergehen, so ist diese immer mehr oder weniger mit der Umänderung der Gelinzellen in Bassorinzellen verbunden, wie bei der Weissfäule des Holzes. Die gewöhnliche Folge ist auch hier, dass die äussersten Zellenschichten sich auflösen, wodurch die Zellen den Zusammenhang verlieren und dann lose neben einander liegen. Die Bewegung beginnt an einem oder mehreren Punkten, gewöhnlich an verletzten Stellen, wo die Luft Zutritt hat, und verbreitet sich nach allen Seiten hin, je nach der Structur, mehr oder weniger gleichmässig. Sie pflanzt sich fort, wenn man gesunde Theile mit faulenden in Berührung bringt, und wird namentlich durch Wärme und Feuchtigkeit sehr beschleunigt. Ich habe die Fäulniss von Rüben, Rettigen und andern saftigen Wurzeln im Wasser beobachtet. Eine Partie derselben wurde zur Nahrung der Fische in einen Teich geworfen. Bei warmen Tagen entwickelten sich viele Luftblasen an der Aussenseite der schwimmenden Wurzeln. Diese Luftblasen bildeten sich auch, wenn kleinere Stückchen der schon in Zersetzung begriffenen Rüben in ein Glas mit Wasser hingestellt wurden. Es trat in dem ganzen Wasser eine Bewegung ein, wie bei der Schleimgährung und die aufsteigenden Luftblasen enthielten Kohlensäure. Oben auf bildete sich theils eine Schleimhaut, theils eine schaumige Schleimmasse. Der Schleim zeigte durch Salpetersäure und Ammoniak die Gegenwart einer stickstoffhaltigen Materie an. Die Rüben im Teiche waren äusserlich ganz mit diesem Schleim überzogen und aus diesem, der anfangs sehr feinkörnig erschien, bildeten sich später sogenannte Wasserpilze (Mycothamnion macrospermum *Kg.* „Phyc. germ.", p. 126), deren feine dünne Zellenwände durchaus aus reiner Bassorinsubstanz bestehen. Die innere weiche Zellenmasse der Rüben ist zuletzt ebenfalls grossentheils in Bassorin umgeändert.

Diejenige Kartoffelkrankheit, welche als Zellenfäule bezeichnet wird, zeigt ganz dieselbe Erscheinung. Auch hier sind die kranken Zellen in Bassorinsubstanz umgewandelt. Damit stimmen auch zum Theil die Beobachtungen *Mitscherlich's* („Bericht d. Berl. Acad.", März, 1850) überein. Er sagt: „Von ganz besonderm Interesse und charakteristisch für die Cellulose (unsere Gelinsubstanz) ist ihre Verwandlung durch ein eigenes Ferment. Man verschafft sich dieses Gährungsmittel, wenn man zerschnittene, halbverfaulte Kartoffeln und zugleich Stücke von frischen in Wasser legt und so lange an einem nicht zu kalten Orte stehen lässt, bis die Zellen der frischen anfangen sich leicht abzulösen; es bildet sich gleichfalls, nur langsamer, wenn man zerschnittene frische Kartoffeln mit Wasser übergossen hinstellt. Die Flüssigkeit filtrirt man und setzt zu derselben frische, in Scheiben geschnittene Kartoffeln hinzu; sind diese zerlegt, so kann man einen Theil der Flüssigkeit mit Wasser versetzen und neue Kartoffelscheiben zusetzen, die schnell zersetzt werden und auf diese Weise die wirksame Flüssigkeit vermehren; ganz also wie bei der Gährung eines Malzauszuges das Ferment, der Gährungspilz (der übrigens, beiläufig gesagt, auch aus einer Bassorinzelle besteht), sich vermehrt, vermehrt sich auch dieses Ferment. Es wirkt nur auf die Cellulose (Gelin), welche ohne weitere Beimengung die Wände der mit Stärke gefüllten Kartoffelzellen bildet; zuerst trennen sich dadurch die Zellen von einander, so dass es kein bequemeres und vollständigeres Mittel gibt, die Zellen mit ihrem Inhalt getrennt von einander zu erhalten und beobachten zu können; nachher werden auch die Zellenwände gelöst und die Stärkekügelchen fallen heraus; in 24 Stunden wird auf diese Weise eine Kartoffelscheibe bis auf zwei Linien tief so erweicht, dass man diesen Theil mit einem Pinsel wegnehmen kann; unter der erweichten Schicht liegt die harte Kartoffelmasse; so dass successive von Aussen nach Innen dieser Process vor sich geht; nicht so, dass die ganze Kartoffel sogleich bis ins Innerste von dem Ferment durchdrungen wird. In der wirksamen Flüssigkeit ist keine Spur eines Pilzes zu entdecken, dagegen ist sie ganz mit Vibrionen angefüllt, die auch hier das Wirksame sein mögen. Der Verfasser hofft, dass es ihm gelingen werde, noch aufzufinden, in welche Substanz die Cellulose umgeändert wird, bisher hat er sie noch nicht darstellen können. Ganz derselbe Process, den man so willkürlich hervorrufen kann, findet bei der Kartoffelkrankheit Statt, die in den letzten Jahren so viel Schaden verursacht hat; auch bei dieser wird die Cellulose und nicht die

Stärke zersetzt, und eine Flüssigkeit, die der Verfasser eine Zeitlang mit einer solchen kranken Kartoffel hatte stehen lassen, bewirkt sogleich die Zersetzung einer gesunden." So weit *Mitscherlich.* Ich habe die hier angegebenen Versuche mit den Kartoffeln wiederholt und kann die Thatsachen grösstentheils bestätigen. Ich habe den Versuch jetzt im Winter bei Ofenwärme, die zwischen + 8—30° wechselte, gemacht. Statt der Vibrionen liegt in dem Glase auf der Wasserfläche eine Schleimhaut, welche stickstoffhaltig ist und an die kleberhaltige Haut erinnert, welche sich in den Gefässen bei der Stärkefabrikation bildet. Luftentwickelung findet ziemlich lebhaft Statt, aber die Umbildung des Gelins in Bassorin geht nur sehr langsam von Statten, obschon ein Stück einer kranken Kartoffel mit beiliegt. Ich finde übrigens die Annahme eines besondern Ferments bei diesen Umbildungen nicht nöthig, sondern da dieselbe nur in einer Veränderung der Bewegung beruht, die durch, einmal in der Bassorinbewegung begriffene, Moleküle sich auf alle mit ihnen in Berührung kommende übertragen lässt, so könnte man sich unter dem „Ferment" nur eine Bassorinsubstanz vorstellen, deren Moleküle nur in einer lebhaftern Bewegung, als gewöhnlich, wären. Dass bei diesen Veränderungen die Molekularbewegungen wirklich eine verschiedene Richtung haben müssen, beweisen die Einwirkungen, welche die Substanzen der Cellulosereihe auf den polarisirten Lichtstrahl ausüben.

Es ist übrigens Nichts leichter, als die Ueberführung der Gelinsubstanz in Bassorin durch die Gährung oder Fäulniss zu beobachten. Jede geistige Gährung bietet sie dar, denn die Hefezellen bestehen ganz aus Bassorin, das bei der Behandlung mit Schwefelsäure leicht die Eigenschaften des Gummidextrins annimmt. Jedes Stückchen Brod, das man angefeuchtet an einem passenden Orte — etwa in einer mit einer Glasplatte bedeckten Tasse — schimmeln lässt, bietet ganz ähnliche Erscheinungen dar.

Bildung des Bassorins in dem ausgeflossenen Safte der Ulmenstämme. Wenn die Ulmen im Frühjahr zu stark beschnitten oder ihre Stämme einige Fuss über der Erde abgesägt werden, so fliesst aus diesen frischen Wunden ein heller Saft, der sich theils auf der Schnittfläche sammelt, theils aber auch herabfliesst und antrocknet. Die angetrocknete Masse hat gewöhnlich eine kreideweisse Farbe und blättert sich mitunter ab. Wo jedoch die Ansammlung des austretenden Saftes bedeutender ist, da verdunstet zwar auch ein Theil der Flüssigkeit,

ein anderer aber wird zurückgehalten und bildet eine schleimige oder gallertartige Substanz, die entweder auch eintrocknet, oder in Pilzbildung übergeht. Eine solche Gallert liess in ihrer Masse, welche aus einer halbflüssigen und homogenen klaren Matrix bestand, viele kleine Kügelchen erkennen, welche sehr an einige Cryptococcusarten erinnern. Die kleinen Kügelchen bestanden aus einer proteinartigen Substanz, aber die Matrix aus Bassorin. Der frische Schleim, den man durch Auskochen des innern Theils der Ulmenrinde erhält, verhält sich eingetrocknet wie Gelinschleim. *Braconnot* gibt in einem ähnlichen Falle ebenfalls Bassorin als Bestandtheil an. („Annal. de Chim. et de Phys.", III. Juill. 1846.)

§. 407.

Normales ursprüngliches Vorkommen des Bassorins. Ich habe es bis jetzt in allen Flechtenarten und allen Pilzen gefunden, die ich darauf untersucht habe. Bei den Algen ist es verschiedenartig vertheilt. So besteht z. B. die Matrix bei Ulvina sambuci, die sich im destillirten Fliederwasser bildet und hier das Schleimigwerden desselben veranlasst, ganz daraus. Hier muss wol die Entstehung des Bassorins aus dem ätherischen Oele stattfinden. Ferner habe ich das Bassorin in der Matrix der Palmella cruenta und botryoides gefunden; ebenso bei Tetraspora und Hydrurus. Bei Chaetophora bildet das Bassorin sehr dicke Schleimscheiden um die gegliederten Fäden, deren Zellenwände aus Gelinsubstanz gebildet sind. Bei Chara bestehen der Stamm, Aeste, Bracteen und alle grössern Zellen aus Gelinsubstanz, welche nur im Alter, namentlich bei untern Theilen, die im Schlamme versenkt gewesen sind, in Bassorin übergeht; die Zellen der sogenannten gegliederten Pollenfäden aber bestehen aus Bassorin. Bei den Oscillarien bestehen die zarten Zellenwände so wie die Matrix, in welcher die Fäden liegen und welche bei Phormidium zu einer zusammenhängenden Haut erhärtet, aus Bassorin; ebenso alle weichen äussern Theile, Stiele, Fäden, verbindende Schleimmassen bei den kieselschaligen Bacillarien; bei Caulerpa ist die ganze dicke Zellenwand mit ihren Schichten und den nach Innen gehenden krummen und verschlungenen Fäden daraus gebildet; auch die Zellen bei Ulothrix und Oedogonium bestehen daraus. Bei Vaucheria bestehen die jüngern Theile aus Gelin, die ältern aus Bassorin. *C. Schmidt* („Zur vergleich. Physiologie d. wirbellösen Thiere". Braunschw., 1845, p. 66) hat die Bassorinsubstanz der Bacillarien analysirt und in 100 Theilen

aschenfreier Substanz: C = 46,19. H = 6,63 gefunden. Er sagt dabei: „Das Resultat stimmt vollkommen mit den von *Rochleder* und *Heldt* als Mittel von sieben Bestimmungen C = 46,08 H = 6,67 für die Zellenmembran der Flechten erhaltenen überein". Das darf uns jetzt, seitdem wir die Identität dieser Substanzen kennen, nicht mehr befremden!

§. 408.

Lignin. Das Lignin ist noch eine unsichere Substanz. Es ist noch sehr die Frage ob sie von den bisherigen verschieden, oder ob sie zum Bassorin gehört. Gegen Jodin und Schwefelsäure verhält sie sich ziemlich ebenso wie das letztere, auch bestehen die spätern Ligninzellen in der Jugend aus Gelinsubstanz. Was mich bewog, diese Substanz hier besonders anzuführen, ist das Resultat der Analyse, welche bei den ältern Hölzern und namentlich bei dem sehr harten steinigen Zellgewebe der Nussschalen und anderer immer einen grössern Kohlenstoffgehalt nachweist, als bei der sogenannten Cellulose. *Gay-Lussac* und *Thénard*, so wie *Prout* haben aus ihren Resultaten die Formel = C_{12} H_{16} O_8 gefunden, welche dasselbe ist, als Amyl, Gelin, Gummi minus 2 Aeq. Wasser. *Mulder* und andere Chemiker wollen nun zwar aus spätern Untersuchungen schliessen, dass dieser Vorstellung ein Irrthum zu Grunde liege; aber diese Chemiker sind selbst hierbei im Irrthum, weil sie immerfort von einem besondern „incrustirenden Stoffe" bei den Zellen sprechen, der gar nicht vorhanden ist, wie ich später im dritten Buche zeigen werde. Wir können also von dem Ergebniss der Analyse gar keinen „incrustirenden Stoff" in Abzug bringen, sondern wir haben die reine Thatsache zu betrachten. Da ergibt sich aber, dass die Untersuchungen, welche *Baumhauer* und *Fromberg* über die harten Hölzer und Nussschalen angestellt haben, das Ergebniss der frühern Untersuchungen von *Gay-Lussac* und *Thénard* nur bestätigen; denn die Formel = C_{64} H_{88} O_{39}, welche jene Chemiker annehmen, ist der von uns angenommenen sehr nahe. Dass durch Behandlung dieser harten Zellenformen mit Natron ein anderes Resultat gewonnen wird, welches einen grössern Wassergehalt im Holzkörper angibt, kann nur die Annahme rechtfertigen, dass durch solche Einwirkung eine grössere Auflockerung statthat, welche die Substanz in einen höhern Hydratzustand versetzt, als sie ursprünglich besitzt. Dasselbe geschieht auch gewiss bei Einwirkung der Schwefelsäure, und darum die

Rückführung des Lignins in Bassorin, welche sich in der Reaction mit Jodintinctur kundgibt.

§. 409.

a) **Gelacin.** Ich habe im Jahr 1843 in meiner „Phycologia generalis", p. 37, das Gelacin zuerst als eine besondere Substanz aufgeführt. Ich hielt sie früher für eine Modification des Gelins. Aber sie zeigt durch Jodin und Schwefelsäure weder die Reaction des Gelins noch des Bassorins, sondern verhält sich gegen diese eher wie Gummidextrin. Aber eigenthümlich ist sein Verhalten gegen starke Säuren. Wenn man eine Gelacinzelle mit Wasser anfeuchtet, dann mit etwas concentrirter Salz- oder Schwefelsäure betupft, so schwillt die Substanz an und nimmt nach und nach eine immer intensiver werdende schöngrüne Farbe an. Ammoniak und andere Alkalien machen dieselbe wieder schwinden. Es kommt diese Substanz nur in einer Abtheilung der niedern Algenformen vor, besonders bei den Gattungen Euactis, Dasyactis, Ainactis, Geocyclus, Schizosiphon, Calothrix, Lyngbya, Sirosiphon, Arthrosiphon, Symphyosiphon, Scytonema, u. m. a Sie bildet hier die am Lichte sich bräunende Scheide und je brauner dieselbe erscheint, desto intensiver wird die grüne Farbe durch jene Säuren. Eine Analyse dieser Substanz ist noch nicht vorhanden.

b) **Eugelacin.** Eine Anzahl Gloeocapsaarten, besonders No. 20—37, welche in meinen „Species Algarum", p. 219—222 aufgeführt sind, bestehen aus Zellen, deren Substanz durch Säuren schön roth und durch Alkalien blau gefärbt wird. Je nachdem diese Arten in der Natur in ihrem Zelleninhalte einen neutralen, sauren oder alkalischen Stoff enthalten, erscheinen sie farblos, roth, oder mehr oder weniger blau, oder violet. Ich habe nach diesen Farben, ehe ich den Grund davon erkannt hatte, mehrere Arten davon unterschieden, z. B. Gl. coracina, atrata, livida mit blauen, Gl. violacea, ianthina mit violeten, Gloeocapsa Magma, rupicola, opaca, sanguinolenta, sanguinea, rosea, Shuttleworthiana u. s. w. mit rothen Zellenhäuten. Ausserdem kommen mehrere Arten noch vor, wo die Farbe wechselt, z. B. Gloeocapsa versicolor und Gl. ambigua. Bei allen Arten kommen einzelne Zellen mit farbloser Haut vor. Alle Zellen werden ohne Ausnahme durch Säuren roth, die blassrothen dunkler. Wird zu diesen roth gefärbten Zellen etwas Ammoniakflüssigkeit gebracht, so werden sie erst farblos und hierauf bei Ueberschuss des Ammoniaks blau. Alle diese Erscheinungen erinnern sehr an das Lackmus. Wie

weit das Eugelacin mit demselben oder mit andern Bestandtheilen der Flechten übereinstimmt, müssen erst noch ausführliche chemische Untersuchungen zeigen.

§. 110.

49. Viscin. Diese Substanz ist in den Beeren der Mistel enthalten; sie ist wasserhell, sehr klebrig und zäh und soll nach *Schleiden* („Grundzüge d. w. Botanik", I, 3. Aufl., p. 200) durch Auflösung vorhandener Zellen sich bilden. *Schleiden* gibt dieselbe auch noch an im Fruchtboden von Atractylis gummifera, im Milchsafte der grünen Zweige von Ficus elastica, und meint, man müsse auch den eigenthümlichen Stoff, der in der Proscolla bei den Orchideen und als fadenartiges Gewebe zwischen dem Pollen derselben Pflanzen vorkomme, so wie die Flüssigkeit, welche die Drüsen am Stigma der Asclepiadeen ausschwitzen, endlich das Product der Drüsen unter den Antheren einiger Apocyneen, z. B. Nerium Oleander, hierher rechnen. Ich habe darüber bis jetzt keine eignen Untersuchungen gemacht und kann daher nicht behaupten, ob diese letzten Erscheinungen mit der in den Mistelbeeren vorkommenden identisch sind. Ein junger Trieb von Viscum album, den ich vor mir liegen habe, zeigt in seinen Zellen Gelinsubstanz, die aber sehr nach Bassorin hinneigt. Dass jedoch das Viscin zu den bassorinartigen Substanzen gehört, erscheint desshalb nicht wahrscheinlich, weil es nach einer Untersuchung von *Macaire-Princep* aus 75,6 C. 9,2 H. 15,2 O (in 100 Theilen) besteht. Es ist daher noch kohlenstoffreicher als das Humin. *Schleiden* hat es mit Kautschuk zusammengebracht.

b) Stickstoffhaltige Organstoffe.

§. 111.

Sie bestehen aus Kohlenstoff, Wasserstoff, Stickstoff und Sauerstoff mit einer mehr oder weniger bestimmten Menge von Schwefel und Phosphor. Man hat die hierher gehörigen Substanzen

50. Proteïnkörper genannt, weil ihnen allen ein Stoff zu Grunde liegt, das Proteïn. Die Formel des Proteïns ist nach *Mulder's* neuesten Bestimmungen („Scheik. Onderz.", IV, p. 195 fg.)

$$C_{36}\ H_{25}\ N_4\ O_{10}.$$

Verbindet sich dieses noch mit 1—3 Aeq. O., so entsteht Oxydproteïn. Der Schwefel sowol, als der Phosphor, ist nicht

als solcher in den Proteïnkörpern enthalten, sondern als Sulphamid ($= NH_2 + S$) oder Phosphamid ($= NH_2 + P$). Je nachdem nun das Verhältniss des Proteïns oder Oxydproteïns zum Phosphamid oder Sulphamid ist, entstehen die verschiedenen Proteïnkörper, welche ebenso wichtig für das Thier- als Pflanzenreich sind. In den Pflanzen unterscheidet man folgende Arten von Proteïnkörpern:

1) Pflanzeneiweiss.
2) Pflanzenleim.
3) Legumin.

§. 412.

Pflanzeneiweiss oder Albumin und **Pflanzenleim.** Der Schwefelgehalt variirt zwischen 4—8 Procent. Durch diesen verschiedenen Schwefelgehalt unterscheidet sich das Pflanzeneiweiss von dem der Thiere. Es gibt lösliches und unlösliches Pflanzeneiweiss. Beide sind weit verbreitet, aber immer mehr oder weniger vereinigt mit Pflanzenleim. Die meisten Pflanzensäfte scheiden das aufgelöste Albumin in geronnenen Flocken aus, wobei es aber auch noch andere Bestandtheile des Pflanzensaftes mit einhüllt. Man kann das lösliche Albumin aus frischen Kartoffeln mittelst Wasser ausziehen, das mit etwas Schwefelsäure schwach angesäuert ist. Auch in den Erbsen, dem Roggen und Weizen ist lösliches Albumin neben unlöslichem enthalten. Der Kleber (*Beccaria's* Gluten), welcher im Rückstande erhalten wird, wenn man Weizenmehl in einem leinenen Säckchen unter kaltem Wasser ausknetet, so lange als reines Wasser davon noch milchig wird, was von Stärkekörnchen herrührt, besteht nach *Rühling* aus „Cellulose“ (Bassorin), unlöslichem Pflanzeneiweiss und Pflanzenleim. Durch anhaltendes Auskochen mit Alkohol löst sich der Pflanzenleim auf, während das Eiweiss und Bassorin zurückbleiben. Wird dieser Rückstand bei gewöhnlicher Temperatur mit sehr verdünnter Kalilösung übergossen und einige Tage stehen gelassen, so löst sich das Albumin auf und das Bassorin bleibt allein zurück. Aus der alkalischen Lösung kann das Albumin mittelst Essigsäure abgeschieden werden. Der Pflanzenleim enthält 2 Procent Sulphamid. Das Pflanzeneiweiss enthält noch in 100 Th. 0,4 Phosphamid *(Mulder)*. Der Pflanzenleim ist auch Pflanzenfibrin genannt worden.

Legumin. Es ist in den Hülsenfrüchten, den Mandeln und andern öligen Samen enthalten. Man hat es in letzter Zeit mit dem Caseïn verwechselt, von dem es sich aber dadurch unter-

scheidet, dass aus ihm kein Oxydproteïn darzustellen ist. *Norton* hat diesen Körper aus Mandelkleie, Erbsenmehl und aus Hafer dargestellt, indem er diese Substanzen mit kaltem Wasser auszog und die Lösung mit Essigsäure versetzte. Das Legumin schlägt sich dadurch nieder und gerinnt gleichsam wie das Caseïn der Milch. In Ammoniak löst sich der Niederschlag auf und er kann durch Essigsäure abermals und reiner gefällt werden. Das Erbsenlegumin enthält in 100 Th. 3,6 Phosphamid und 1,6 Sulphamid; das Mandellegumin 0,6 Sulphamid.

Auf diese wenigen scheinen alle proteïnhaltigen Pflanzenstoffe zurückgeführt werden zu können, während man früher noch Emulsin, Zeïn und andere unterschied.

In dem Pflanzenorganismus spielen diese Stoffe eine sehr bedeutende Rolle. Nach *Rochleder* und *Hruschauer* sollen sie saure Eigenschaften besitzen, mit Alkalien und Erden, so wie mit phosphorsauren Salzen constante Verbindungen bilden.

Ihre Gegenwart kann mittelst des Mikroskops nur mit Hilfe der Reagentien sicher erkannt werden. Die Jodintinctur färbt alle Proteïnsubstanzen orange, mit und ohne Zusatz von Schwefelsäure. Darum können leicht Verwechselungen dieser mit dem Bassorin vorkommen; aber die Proteïnsubstanzen färben sich dunkler orange. Am sichersten ist ihre Erkennung mittelst der Salpetersäure. Werden die Proteïnkörperchen mit letzterer erwärmt, so färben sie sich schon schwach gelb; setzt man aber jetzt Ammoniak hinzu bis zum Ueberschuss, so wird das Gelb deutlicher und schöner. Kleinere Körperchen werden schön schwefelgelb oder ducatengelb, dickere Theile dunkel orange gefärbt. Das geschieht bei Bassorinsubstanzen nicht.

Ich habe schon oben beim Amyl und andern Stoffen, welche durch den Gährungs- oder einen ähnlichen Process verändert werden, öfters zu bemerken Gelegenheit gehabt, dass diese Proteïnsubstanzen hierbei eine wichtige Rolle spielen. Wir werden uns auch ferner noch von der Richtigkeit dieser Bemerkung überzeugen.

§. 113.

Zwischen den Gliedern der Cellulosereihe und Proteïnreihe kommen sehr häufig Verbindungen, gleichsam Verwachsungen der Moleküle der einen mit denen der andern Reihe vor. Diese sind entweder ursprünglich oder entstehen erst später durch Bildung des Proteïnstoffs in der Cellulosesubstanz.

Zu den erstern ursprünglichen Bildungen der Art gehört das

Pollenin, welches die äusserste Haut bildet über die Pollenkörner und Sporen bei vielen Kryptogamen. Zu den zweiten gehört das Suberin oder die Korksubstanz und die Cuticularsubstanz. Beide letztern bestehen in ihrem Anfange aus Gelinsubstanz, die sich bald an der Luft in Bassorin umändert und dabei zugleich Proteïnstoff aufnimmt. Solche Bildungen kommen auch in eigenthümlichen Geweben in den gewöhnlichen Zellen vor, und sie zeichnen sich vor allen andern Substanzen durch eine ungemein grosse Festigkeit und Dauerhaftigkeit aus, welche ebenso den Einwirkungen der ätzenden Säuren, wie der Alkalien trotzt. Denn die Korkzellen werden erst nach einer längern Einwirkung der Schwefelsäure zerstört, und die Cuticula mancher Pflanzen so wie der Pollenkörner kann Tage lang in concentrirter Schwefelsäure liegen, ohne verändert zu werden.

Der Kork wird durch Salpetersäure in der Wärme zerstört. Zuerst schwellen die Zellen an, trennen sich dann von einander und durch längere Einwirkung bilden sich eine Reihe von Säuren, deren Endglieder Korksäure und Bernsteinsäure sind. Dasselbe geschieht mit der Cuticula von Aloë Lingua, welche viele Tage lang der Schwefelsäure widersteht. *(Mitscherlich.)*

Die Korksubstanz besteht nach *Mitscherlich* in 100 Theilen

bei Kartoffeln:	bei der Korkeiche:
62,30 C.	65,73 C.
7,15 H.	8,33 H.
27,57 O.	24,54 O.
3,03 N.	1,50 N.

Mulder hat bei Untersuchung der Cuticula folgende Resultate erhalten:

Bei Phytolacca decandra.

C.	52,90.	52,70.
H.	6,79.	6,80.
O + N.	40,31.	40,50.

Bei Agave americana.

C.	63,51.	63,28.
H.	8,82.	8,89.
O + N.	27,67.	27,83.

§. 414.

51. Humus. Die in den §§. 381—413 abgehandelten Substanzen, namentlich die in der Cellulose- und Proteïnreihe erleiden durch Einwirkung der Luft und des Wassers eine solche

Veränderung ihrer Stoffverhältnisse, dass sie, oft mit Beibehaltung ihrer organischen Form, sich in einen dunkel- oder schwarzbraunen Körper verwandeln, welcher sehr reich an Kohlenstoff ist. Dieser Körper wird im Allgemeinen mit dem Namen Humus bezeichnet. Bei seiner Entstehung werden die Organstoffe in der Weise zersetzt, dass der Stickstoff derselben sich mit Wasserstoff zu Ammoniak, der Sauerstoff der Luft aber mit einem andern Antheil Wasserstoff zu Wasser vereinigt, während eine kohlenreichere Verbindung als Rückstand bleibt. Diese Zersetzungen kommen schon häufig in alten Stämmen noch lebender Bäume vor und werden durch eine mehr oder weniger dunkle Färbung der Holz- und anderer Zellgewebsmassen bezeichnet. Noch häufiger finden sie sich bei den Pflanzen, welche in Sumpfgegenden wachsen, deren untere Theile absterben, sich in Humus zersetzen, während die obern fortwachsen. Dadurch wird der Torf erzeugt, bei dessen näherer mikroskopischer Untersuchung noch die ganze organische Structur erkannt werden kann.

Den dunkelsten schwarzen Humus nennt man auch **Humin**, den braunen **Ulmin**. Beide sind von Haus aus indifferent, aber sie werden in Berührung mit Basen in eine Reihe von Säuren verwandelt, die den Namen Huminsäure, Ulminsäure, Geïnsäure, Quellsäure, Quellsatzsäure, (Torfsäure, Ackersäure u. s. w.) erhalten haben.

Die harzigen, öligen und mineralischen Bestandtheile der Pflanzen sind in dieser Umbildung so wenig mit begriffen, dass man sie nach einer Reihe von Jahren darin wiederfinden und namentlich die erstern mit Alkohol und Aether zum Theil ausziehen kann.

Das Ulmin und Humin sind beide ebenso unlöslich im Wasser als in Alkalien, aber die aus ihnen gebildeten Säuren sind in Alkalien leicht und im Wasser mehr oder weniger löslich. Die Humussäure färbt die Wasser, die in Torf- und Moorboden quellen bräunlich. *Mulder* scheidet die genannten Stoffe in zwei Gruppen. Zur ersten Gruppe rechnet er die **Quellsäure** und **Quellsatzsäure**. Zur zweiten die **Geïnsäure**, **Humus** und **Humussäure**, **Ulmin** und **Ulminsäure**. Wo die Zersetzung der Organstoffe in diese Substanzen beendigt ist, kommt niemals Stickstoff in ihrer Verbindung mit vor, weil dieser als Amidverbindung die Proteïnsubstanzen verlässt, das Amid aber durch Aufnahme von 2 Aeq. Wasserstoff Ammoniak bildet, welches mit den genannten Säuren sich vereinigt. Durch Alkalien können überhaupt die genannten Säuren aus dem Torfe und andern

humusreichen Substanzen ausgezogen und dann aus der filtrirten Lösung durch andere Säuren wieder niedergeschlagen werden.

Bei der Umwandlung der Organstoffe entsteht zuerst Ulminsäure (= C_{40} H_{28} O_{12}), daraus bildet sich Humussäure (= C_{40} H_{24} O_{12}) und zuletzt Geïnsäure (= C_{40} H_{24} O_{14}). In der Flüssigkeit, aus welcher diese humusartigen Stoffe niedergeschlagen worden, befinden sich noch Quellsäure (= C_{24} H_{24} O_{16}) und Quellsatzsäure (= C_{48} H_{24} O_{24}), welche durch essigsaures Kupferoxyd gefällt werden können.

§. 415.

Wir haben schon mehrmals zu bemerken Gelegenheit gehabt, dass gleichartige Zersetzung der Substanzen durch verschiedene Mittel, überhaupt die Bildung der Organ- und anderer Stoffe auf verschiedenem Wege bewerkstelligt werden kann. So auch die Bildung der Humussubstanzen, welche man künstlich erzeugen kann, durch Einwirkung der Säuren auf Zucker, Cellulose- und Proteïnsubstanzen.

Mulder gibt zur Erklärung dieser Vorgänge folgende Schemata.

I. Bildung des Ulmins aus dem Zucker und den Substanzen der Cellulosereihe (Amyl, Gelin, Inulin, Gummi u. s. w.) durch Säuren, wobei zugleich Ameisensäure entsteht:

	C.	H.	O.
½ von 7 Aeq. Zucker u. s. w.	42	70	35
1 Aeq. Ulmin	40	32	14
1 Aeq. Ameisensäure	2	2	3
18 Aeq. Wasser	—	36	18
	42	70	35.

Eine ähnliche Veränderung muss bei der natürlichen Zersetzung der Cellulosesubstanzen in Ulmin stattfinden, nur mit dem Unterschiede, dass keine Ameisensäure, sondern (wenigstens neben dieser) durch Aufnahme von 2 Aeq. Sauerstoff Kohlensäure und Wasser entsteht (= C_2 H_2 O_3 + 2 O = 2 CO_2 + H_2 O).

II. Bildung des Humins u. s. w. durch Säuren:

	C.	H.	O.
½ von 7 Aeq. Zucker u. s. w.	42	70	35
1 Aeq. Humin	40	24	12
1 Aeq. Ameisensäure	2	2	3
22 Aeq. Wasser	—	44	22
	42	70	37.

Bei der natürlichen Zersetzung werden 4 Aeq. Sauerstoff aufgenommen und dadurch, statt der Ameisensäure, Kohlensäure und Wasser gebildet.

III. Bildung der Geïnsäure auf natürlichem Wege durch Aufnahme von Sauerstoff:

	C.	H.	O.
½ von 7 Aeq. Zucker + 6 O. =	42	70	41
2 Aeq. Kohlensäure	2	—	4
23 Aeq. Wasser	—	46	23
1 Aeq. Geïnsäure	40	24	14
	42	70	41.

Bei der Pectinreihe ist der Sauerstoffgehalt so, dass eine Aufnahme desselben von aussen überflüssig erscheint, um in Kohlensäure, Wasser und Humus zu zerfallen.

IV. Die Humusbildung durch freiwillige Zersetzung des Proteïns geschieht unter Aufnahme von 4 Aeq. Sauerstoff:

	C.	H.	N.	O.
1 Aeq. Proteïn + 4 O. =	40	62	10	16
1 Aeq. Humin	40	30	—	15
1 Aeq. Wasser	—	2	—	1
5 Aeq. Ammoniak	—	30	10	—
	40	62	10	16.

Es darf jedoch hierbei nicht übersehen werden, dass die hier in Anwendung gebrachte Formel des Proteïns in neuester Zeit von *Mulder* verändert worden ist. (Vergl. §. 411.)

§. 416.

Alle Humussubstanzen besitzen das Vermögen, Ammoniak aus der Luft aufzunehmen, in einem so hohen Grade, dass man immer dasselbe in ihnen (auch wenn sie aus stickstofffreien Körpern, wie Zucker, entstanden sind) vorfindet, wenn man den Zutritt der Luft nicht verhindert. Aus dieser Ammoniakbindung geht aber in ihnen selbst diejenige Veränderung wieder vor, wodurch Quellsatzsäure und Quellsäure entstehen. Um 1 Aeq. Quellsatzsäure zu erzeugen, sind nach *Mulder* 2 Aeq. Huminsäure, 1 Aeq. Ammoniumoxyd und 76 Aeq. Sauerstoff erforderlich =

	C.	H.	N.	O.
.	80	56	2	101
1 Aeq. Quellsatzsäure . .	48	24	—	24
1 Aeq. Ammoniak	—	6	2	—
32 Aeq. Kohlensäure . . .	32	—	—	64
13 Aeq. Wasser	—	26	—	13
	80	56	2	101.

Dass die Salpetersäure aus der Quellsatzsäure Quellsäure erzeugen könne, hat schon *Berzelius* beobachtet. Dass aber die Salpetersäure durch Oxydation des Ammoniaks entsteht, ist allgemein bekannt. Umgekehrt entsteht die Quellsatzsäure aus der Quellsäure durch Aufnahme von Sauerstoff und Bildung von Wasser. (*Mulder,* „Phys. Chemie", 169 fg.) So sehen wir aus diesen Umänderungen besonders die Bildung von Ammoniak, Kohlensäure und Wasser hervorgehen, drei Körper, welche diejenigen Elemente enthalten, woraus das Heer der Stoffe erzeugt werden kann, welche die Bildung der organischen Körper bedingen. Dadurch werden die Glieder der Humusgebilde, deren Auftreten immer mit der Zerstörung des organischen Lebens verknüpft ist, wiederum das Mittel zur Entstehung neuer Organstoffe, zur Entwickelung neuer Organismen.

Summa.

§. 417.

Die Stoffe, welche die Substanz der Pflanzen bilden, lassen sich sämmtlich in drei Gruppen vereinigen, nämlich: Basen, Säuren und indifferente Stoffe, welche sich zwar mit Basen verbinden, aber eine so geringe Sättigungscapacität haben, dass man dadurch nicht genöthigt ist, sie als Säuren zu betrachten. Die Basen, welche zur Entwickelung der Vegetation nöthig sind, werden entweder aus mineralischen Substanzen geliefert, oder, wo Mangel an diesen ist, durch den chemischen Vegetationsact selbst, unter Aufnahme von Ammoniak, erzeugt (§. 350).

Die grösste Mannigfaltigkeit bieten die Säuren und die indifferenten Stoffe dar. Letztere sind aber stets mit den erstern so innig verknüpft, dass sie mit ihnen gleiche Entwickelungsreihen bilden, wovon diese die Anfangsglieder und jene die Endglieder einer Anzahl von Oxydationsstufen bilden. Es sind zwar diese Gliederungen und

Verkettungen in der chemischen Bewegungssphäre noch lange nicht vollständig bekannt; aber wo sie einigermaassen erschlossen sind, wie z. B. in der Salicyl, Benzoyl und Cinnamylgruppe, wie in der Pectin- und Cellulosereihe, da sehen wir, dass sie vorhanden sind und die verschiedenen Gruppen in einander übergreifen.

Demnach ist die Eintheilung der Stoffe nach ihrer öligen, harzigen, schleimigen, bittern, süssen, herben und farbigen Beschaffenheit, chemisch betrachtet, eine sehr ungenügende und oberflächliche, weil sie nicht nach chemischen, sondern nach unmittelbar sinnlichen Eigenschaften begründet ist.

Ich versuche es daher einen Theil dieser Stoffe vorläufig auf folgende Weise zu ordnen:

1) Die Cellulose- und Zuckerreihe — deren Endglieder Oxalsäure, Kohlensäure. (§. 387 fg. §. 372—378.)

2) Die Pectinreihe — deren Endglied die Metapectinsäure. (§. 382.)

3) Die Reihe der Oele und Fettsäuren. (§. 357, 358.)

4) Die Salicylreihe (mit Benzoësäure, Zimmtsäure), welche einerseits ebenso nach den ätherischen Oelen und Harzen, wie nach den Farbestoffen übergreift. (§. 359, 360, 362, 380.)

5) Die Tanninreihe mit den verschiedenen Gerbsäuren, welche durch das Morin und andere Stoffe ebenfalls zu den Farbestoffen hinleitet. (§. 363.)

6) Die Proteïnreihe, welche einerseits zum Chlorophyll (§. 370), Indigo (§. 365) und Xanthin (§. 364) führt, wie andererseits mit der Cellulosereihe in die Huminsubstanzen und Ammoniak (§. 415, IV.) zerfällt und durch den letztern Umstand jedenfalls die Bildung der Pflanzenalkalien (§. 350) bewirkt, was von grosser Wichtigkeit ist.

Die ganze Stoffbildung in den Pflanzen beruhet daher auf einem beständigen Wechsel von Oxydation und Desoxydation, doch so, dass die Amylreihe beim organischen Process mit der Desoxydation der Kohlensäure beginnt (§. 379), zur Zucker- und Cellulosebildung fortschreitet, dann zur Bildung der Oel-, Salicyl- und Tanninreihe übergeht und hiermit ihren Kreislauf im lebenden Organismus endet.

Die Proteïnreihe beginnt mit der Aufnahme des Ammoniaks (als Amid) in die Cellulosesubstanzen, was besonders bei dem Kork und der Cuticula, die als Cellulosebildungen anfangen und als proteïnhaltige Körper enden, zu beobachten ist, geht dann durch Aufnahme der Elemente des Wassers in Chlorophyll oder

ähnliche Substanzen über und endet damit seinen chemischen Kreislauf in der Pflanze.

Der Quantität nach bilden, nächst dem Wasser, die Substanzen der Cellulosereihe (und nach diesen bisweilen der Zucker und die fetten Oele) die Hauptmasse; ihre Entstehung beruht in einem beständigen Desoxydationsprocess, der ebenso durch ein gewisses Maass Wärme als durch Licht auf das höchste belebt wird und darum nothwendig die Abscheidung nicht unbeträchtlicher Mengen von Sauerstoff zur Folge haben muss, der auch wirklich von den Pflanzen im Lichte ausgeströmt wird. (Auch die Bildung des Pflanzenduftes, der ätherischen Oele, hängt hiermit zusammen.) Dann folgen die Proteïnsubstanzen, die eine Modification der Cellulosereihe durch Ammoniak sind, worauf der ganze grosse Process mit der Bildung der Harz- und Tanninsubstanzen, welche zugleich grösstentheils die Farbe geben, endet. Bei der Bildung der Harze und Farben wird kein Sauerstoff ausgeschieden, sondern verbraucht und zugleich Kohlensäure erzeugt, welche gasförmig entweicht. Dieser letzte Process hat besonders in der Nacht Statt, jener am Tage, daher von den Pflanzen im Sonnenlichte Sauerstoff, im Dunkeln aber Kohlensäure ausströmt.

§. 118.

Ich muss am Schlusse dieser Betrachtungen noch die Ansicht rechtfertigen, welche ich oben ausgesprochen, dass nämlich das Proteïn aus den Cellulosesubstanzen durch Aufnahme des Ammoniaks entstehe.

Wenn es wahr ist, dass das Proteïn bei freiwilliger Zersetzung und unter Aufnahme von Sauerstoff in Humin, Wasser und Ammoniak zerfällt, so muss es sich auch bilden können, wenn das Ammoniak sich mit einem Stoffe vereinigt, der die Bestandtheile des Humins + Wasser besitzt. Dieser Stoff entsteht immer, wenn die Cellulosesubstanzen (Gelin und Bassorin) mit Sauerstoff in Berührung treten, wodurch sie in kohlenreichere Stoffe verwandelt werden. Man sieht dies besonders an der Cuticula, wo oft nur die äussersten und ältesten Schichten auf Proteïn reagiren, während die jüngere Cuticula und die innern jüngern Schichten der ältern aus Cellulose (Gelin oder Bassorin) bestehen. Diese ältern Theile sind jedesmal kohlenreicher und desshalb auch oft bräunlich gefärbt. Die Färbung zeigt aber allemal die Gegenwart von Ulminbildung an. Dass aber nicht nur Ulmin Ammoniak aus der Luft condensirt, sondern überhaupt jeder

porose Körper, ist hinlänglich bekannt. Die Cuticula ist aber durch ihre Textur poros, wie ich bei genauen Untersuchungen gefunden habe und im folgenden Buche näher erörtern werde, und so sind hiermit alle Bedingungen gegeben, wodurch die Gegenwart des Proteïns in den Gelin- und Bassorinsubstanzen durch Urbildung in denselben möglich und erklärlich, ja sogar nothwendig wird.

Aehnliche Einwirkungen mögen auch innerhalb der Zelle auf die Cellulosekörperchen in der Zelle durch den freiwerdenden Sauerstoff und die Zuführung des Ammoniaks durch die Nahrungsflüssigkeit stattfinden und die Proteïnbildung daselbst veranlassen; der Umstand, dass die Proteïnsubstanzen in der Zelle ebenfalls von Cellulosesubstanzen getragen werden (§. 412), weist ohne Weiteres darauf hin.

Alle diese Thatsachen nöthigen mich zu der Annahme, dass das Proteïn, dessen Gegenwart in den Zellenwänden und der Cuticula u. s. w. von *Mulder* und *Harting* zuerst nachgewiesen wurde, nicht durch ein mechanisches Eindringen oder Infiltriren dahin gelangt, sondern durch Umbildung der Cellulosesubstanzen unter Aufnahme von Ammoniak daselbst erzeugt wird.

Wer hierbei etwas weiter sieht, wird finden, dass gerade von der Chemie aus dem alten Aberglauben „omne vivum ex ovo“ — ein Grundsatz, den ein älterer Physiologe, von dem höchst entwickelten Organismus ausgehend, aufstellte, der aber von einer gewissen, durch eine rein körperliche Anschauung beschränkte Empirie, welche die Stoffverhältnisse nicht zu berücksichtigen verstand, auch auf die niedrigsten Erscheinungen des organischen Lebens ausgedehnt wurde — der Hauptschlag versetzt wird.



Organische Formen des Pflanzenlebens.

Drittes Buch.

Von den Formen der Pflanzenorgane.

a) Niedere oder Grundorgane.

Erstes Capitel.

Das Molekulargewebe.

§. 119.

Unter Molekulargewebe verstehe ich die ersten, einfachsten Formen, in welchen sich die Moleküle zur organischen Ordnung vereinigt haben.

Jede Form entsteht aus der Bewegung. Die organische Bewegung geschieht stets in der Richtung der transcendenten Curven (§. 270). Die Ursache davon kann nur in dem Wesen des Mediums begründet sein, worin die Bewegung der sich zu Gestalten vereinigenden Massentheilchen stattfindet. Ein Hauptbestandtheil dieses Mediums ist das Wasser, ein homogener flüssiger Körper. Die andern Theile des Mediums sind in dem Wasser aufgelöst und dienen theils dazu das Medium selbst bilden zu helfen, theils aber auch aus demselben — mehr oder weniger mit Wasser vereinigt — sich auszuscheiden. Jede Ausscheidung beruht auf einer Differenz der Massentheilchen. Diese tritt jedesmal ein, sobald das Mischungsverhältniss sich ändert. Das Mischungsverhältniss ändert sich aber in dem gegebenen Falle 1) durch die Einwirkung der Wärme, welche schon das Cohäsionsverhältniss des Wassers in einer andern Weise modificirt, als das der in ihm aufgelösten Stoffe; 2) durch die Einwirkung des Lichts, welche vornehmlich in der Umgestal-

tung des chemischen Verhältnisses bemerklich wird; 3) durch die Einwirkung der umgebenden Körpermassen, welche immer auf verschiedene Weise anziehend oder abstossend auf verschiedene Bestandtheile einer homogenen Flüssigkeit sich äussert.

Alle diese Ursachen bewirken nicht nur Ausscheidungen, sondern auch eine beständige Veränderung der Dichtigkeit des Bewegungsmittels. In einem Bewegungsmittel von verschiedener und veränderlicher Dichtigkeit können aber auch nur veränderliche Bewegungen statthaben.

Die krummlinige Richtung der veränderlichen Bewegung in einem Mittel, woraus organische Bildungen hervorgehen, liegt in der Eigenthümlichkeit der darin aufgelösten Organstoffe (§. 382 fg.). Diese besitzen alle die Fähigkeit, in Vereinigung mit dem Wasser dasselbe zu verschleimen, d. h. seinen Flüssigkeitsgrad in einer Weise zu vermindern, dass die Bewegungen, welche darin stattfinden, durch die Zähigkeit, womit in Folge der Verschleimung die Theilchen des flüssigen Schleimes zusammenhalten, eine verhältnissmässig grössere Redartation erleiden, welche sie nach dem Grade der Dichtigkeit, bezüglich anderer nicht schleimiger Flüssigkeiten, erfahren würden. Hierin liegt sicher der Grund der Krümmung. Denn eine schleimige Flüssigkeit kann sich, im Verhältniss zu einer Salzlösung, in Folge ihrer Zähigkeit nur allmälig und langsam wieder in das Gleichgewicht versetzen, welches durch die oben angegebenen und noch andere Ursachen aufgehoben wurde.

§. 420.

Die Organstoffe bilden sich, wie jeder Stoff, auf chemischem Wege. Wo sie in hinreichender Masse auftreten, da ist die nothwendige Folge davon die Entstehung organischer Körperformen. Die Bildung derselben ist eben eine Eigenheit der genannten Stoffe, wie es auch eine Eigenheit des Kochsalzes ist, in Würfeln zu krystallisiren. Aber während die Bewegung und die davon abhängende Verdichtung oder Erstarrung und Krystallbildung des Kochsalzes in der Salzlösung plötzlich eintritt und schnell endet, so geschieht die Bewegung und folglich auch die Verdichtung und Erstarrung, so wie die weitere Gestaltung der Massentheilchen der Organstoffe in der Schleimlösung nur allmälig und langsam. Daher dort plötzliches Auftreten der unorganischen und hier allmäliges Entwickeln organischer Gestalten. Es ist eine sehr oberflächliche Redeweise, wenn Jemand sagt: „wir sind in jedem Augenblicke im Stande, Krystalle zu machen“. Es hat noch

Niemand einen Krystall gemacht. Oder, wenn man das „Machen" nennt, wenn man eine Salzlösung sich verdunsten und aus der concentrirten Flüssigkeit die Krystalle sich bilden lässt, so kann der Gärtner auch Pflanzen und der Oekonom Kühe, Pferde, Schweine, Wiesen, der Forstmann Wälder u. s. w. machen.

§. 421.

Die organische Bewegung ist jedenfalls schon in der Flüssigkeit, welche die Organstoffe aufgelöst enthält, vorhanden. Ist das, so ist auch schon die Flüssigkeit organisirt. Aber eben weil diese organischen Formen flüssig sind, so fliessen sie wieder zusammen und ihre Existenz geht mit ihrer Entstehung vorüber. Diese Formen sind daher auch der Wahrnehmung ganz entzogen, wenn sie wirklich vorhanden sind. Wird einer solchen Flüssigkeit schneller, als ihre organische Erstarrung es verlangt, das Wasser entzogen, so geht sie in eine homogene Masse über, welche weder organische noch krystallinische Structur zeigt. Dies ist der Fall mit dem schnell eingetrockneten Schleim, der noch keine feste organische Form ausgeschieden hat.

Der Uebergang aus den zerfliessenden flüssigen organischen Formen in die mehr bleibenden, fester werdenden, ist so allmälig, dass man ihn gar nicht merkt. Daher die erste Entstehung des Organischen ganz unsern Blicken entrückt ist.

§. 422.

Eine Bildung ist organisch, welche aus Organstoffen entstanden ist. Wir müssen davon das trennen, was die organische Bildung einschliesst und ausschliesst. Wir nehmen nur die erstarrte organische Form als solche an, weil nur diese der Betrachtung zugänglich ist. Diese muss in ihrer einfachsten Erscheinung eine krumme Linie sein und diese muss nach Umständen wieder Räume einschliessen, welche überhaupt durch krumme Linien eingeschlossen werden können. In diesem Raume kann ebenso gut dieser oder jener Stoff enthalten sein und sich darin weiter bilden, oder nicht. Das alles ist für die einschliessende organische Form gleichgültig, sobald ihre Entstehung oder Existenz dadurch nicht gestört wird. Es leuchtet aber hierbei ein, dass nur die einfache organische Form mit Ausschluss des Eingeschlossenen eine reine, mit Einschluss aber ihres Inhaltes eine gemischte Form ist. Alles, was wir Pflanzen- und Thierformen nennen, sind gemischte organische Formen, und es ist ein Gesetz derselben, dass das Einschliessende ebenso mit dem Eingeschlos-

senen, als mit dem Ausgeschlossenen in Wechselwirkung steht. Durch diese Wechselwirkung kann das Innere heraus und das Aeussere hinein treten. Es können also Ausscheidung und Aufnahme von Stoffen stattfinden. Sind nun die aufzunehmenden Stoffe der Art, dass sie zur fernern Bildung organischer Substanzen verwandt werden können, oder zu deren Entstehung beitragen, so findet eine Vermehrung und Vergrösserung der organischen Form Statt, welche in vielen Fällen noch mit der Entwickelung zu sehr complicirten Gestalten verbunden ist, indem die neugebildeten mit den vorangegangenen verwachsen.

§. 423.

Weil die sichtbaren Elementarformen durch Erstarrung der bewegten Moleküle entstanden sind, so kann man rückschliessend aus ihnen die Form der Strömungen beurtheilen, welche bei ihrer Bildung stattgefunden haben. Man beobachtet bisweilen Ströme, bei denen man nicht genau ermitteln kann, ob man sie noch für flüssig oder für erstarrt halten soll.

So weit die ersten Anfänge des Organischen uns zugänglich sind, beginnen sie damit, dass eine flüssige schleimige Masse sich bildet. Diese hat entweder eine Substanz aus der Cellulosereihe oder einen Proteïnkörper zum Inhalte, oder beide sind zu gleicher Zeit vorhanden. Man kann im Allgemeinen sagen, dass thierische Formen sich vorzugsweise aus Proteïnschleim, die vegetabilischen aber aus Celluloseschleim entwickeln. Aber es kommt die „Cellulose“ auch im Mantel der Ascidien und bei andern Thieren vor, und welche Rolle die Proteïnsubstanzen in der Pflanzenwelt bilden, werde ich bald zu erwähnen Gelegenheit haben.

§. 424.

Schleimkörner. Alle primären Pflanzenformen sind schleimig. In allen den Fällen, wo man die Entstehung des Schleimes nicht unmittelbar von einer Mutterpflanze mit Sicherheit herleiten kann, wie z. B. im Wasser, welches in verschlossenen oder offenen Gefässen hingestellt wird, oder an Steinen und Felsen, welche der freien Luft und Feuchtigkeit ausgesetzt sind, besteht die Haupt- und Grundmasse aus Bassorin. Es ist mir jedoch kein einziger Fall bekannt, wo von Haus aus der Bassorinschleim oder ein anderer, unabhängig von einem bestimmten mütterlichen Organismus entstandener Schleim ohne Organisation gewesen wäre; vielmehr hat sich jedesmal nach genauer Untersuchung derselbe als ein heterogener Körper gezeigt.

Die kleinsten und einfachsten Pflanzenformen, die es gibt, sind von mir unter den Algengattungen Cryptococcus, Ulvina, Palmella und Protococcus beschrieben und sämmtlich im ersten Bande meiner „Tabulae phycologicae" abgebildet worden. Die Zelle ist nicht die Elementarform der Pflanze, sie ist schon eine complicirte Gestalt, welcher sehr viele einfachere Gestalten vorangehen. Cryptococcus mollis besteht nur aus Bassorinkügelchen, deren Durchmesser $^1/_{3000}$ — $^1/_{1000}$''' beträgt, an welchen sich auch mit der schärfsten Vergrösserung keine Höhlung wahrnehmen lässt. Dieses Pflänzchen hatte sich an der Aussenseite eines Töpfergeschirrs gebildet, welches in einem steinernen Brunnentroge lag und ab und zu vom Wasser umgeben war. Ein flüssiger Schleim, aus demselben Stoff bestehend, vereinigt diese Kügelchen, welche sich indessen im Wasser sehr leicht von einander trennen. Auch die Hefe ist in ihrer Jugend ein solches Cryptococcuskügelchen. Diese Kügelchen können als verkörperte selbständig gewordene Bassorinmoleküle angesehen werden. Es lassen sich übrigens auch im Bassoragummi durch Behandlung mit Jodintinctur und Schwefelsäure ungemein kleine Moleküle von $^1/_{5000}$''' Durchmesser (und wol noch kleiner) wahrnehmen, aber sie haben unter einander eine bedeutendere Cohärenz.

§. 425.

Als gemischte Primärformen sind die Ulvinaarten zu betrachten. Ich habe zwei — U. Sambuci, welche das Schleimigwerden des Fliederwassers in den Apotheken veranlasst, und U. aceti — abgebildet. Allen Ulvinaarten liegt eine schleimige Matrix zu Grunde. Bei U. Sambuci ist es Bassorin, bei U. aceti Gelinschleim. Der Bassorinschleim der U. Sambuci ist durchaus homogen, die in demselben eingebetteten Kügelchen enthalten Proteïnstoff; ausserdem finden sich noch kugelrunde Bassorinzellen mit Proteïninhalt dazwischen, die aber vielleicht nicht mit zu dieser Bildung gehören. (Tab. 2. Fig. 1.) Bei Ulvina aceti vermuthe ich, dass die ganze gelinose Matrix aus Schleimfasern bestehe, auch bei Ulvina rubi idaei ist das der Fall; die Schleimfasern erscheinen hier sogar noch deutlicher. Es mag davon der grössere Zusammenhang der ganzen schleimigen Körpermasse abhängen, der sich sehr bemerklich macht. Die länglichen Körperchen, welche in der fibrosen Matrix eingebettet liegen, enthalten Proteïn und zeigen sogar zarte Querstreifen. (Tab. 2. Fig. 2.)

§. 426.

Schleimfasern. Deutliche selbständige Faserformen — ohne die Spur von Zellenbildung — haben die Gattungen von Leptothrix, Spirulina, Oscillaria, Symphyothrix aufzuweisen. (*Kg.* „Tab. phycol.“, I. Tab. 7. 37. 38. 39. 53. 59.) Die Leptothrixarten sind sämmtlich einfache Fasern, welche sich entweder in einem schleimigen Medium, wie z. B. L. gloeophila, oder durch Auflösung von Scheidenmembranen, wie L. parasitica, bilden, und selbständig als solche weiter wachsen. Die Spirulinafäden stellen gleichsam freie Spiralfasern dar. Ihre Substanz besteht, wenigstens zum Theil, aus Proteïn und ihre Oberfläche ist mit Phykokyan oder Chlorophyll gefärbt. Ein flüssiger Bassorinschleim umgibt die Spiralfäden, welche (mit Ausnahme der Spirulina Jennerii) keine Spur von Gliederung erkennen lassen. — Aus gleichen Fasern bestehen Oscillaria subtilissima, tenerrima, circinata, gracillima, chlorina. Bei den Symphyothrixarten sind die ähnlich gebildeten Fasern nur bündelweis verwachsen, und bei Amphyothrix umgeben sie die gegliederten, aus Zellen bestehenden Fäden. („Tab. phycol.“, I, Tab. 81.)

Proteïn- und andere Fasern treten übrigens häufig in und zwischen den unten zu betrachtenden Zellenbildungen auf.

§. 427.

Schleimhäute. Einfache selbständige Flächen- oder Hautformen sind mir nicht bekannt, wol aber verhärtet bei den Phormidiumarten die schleimige Matrix zu einer oft durch und durch homogenen hautartigen Substanz. So bei Phormidium calcareum, Boryanum, flexuosum („Tab. phycol.“, I. 44). In manchen Fällen bestehen solche Häute aus parallelen, oder wirr durch einander liegenden Schleimfäden. Reine, aus verschmelzenden Schleimfasern bestehende Häute, welche schichtenweise auf einander liegen und nur bisweilen rundliche Körper von kohlensaurem Kalk enthalten, kommen bei der Gattung I n o d e r m a vor. („Tab. phycol.“, 18.) Vergl. auch Cuticula, §. 504, b.

Zellenbildungen.

§. 428.

I. Wenn heterogene flüssige oder halbflüssige Schleimmassen, oder starre und flüssige Schleimkörperchen in Berührung mit einander sind, so erfolgt an der Berührungsstelle eine Verdichtung

der berührenden Wände. Diese verdichteten Wände schliessen die eine Substanz von der andern ab, und eine Schleimwand, welche einen oder irgend welche mehrere Theile gleicher oder auch anderer Substanz einschliesst, heisst eine Zelle. Die Zellenwand bildet sich ebensowol aus den Substanzen der Cellulose- als auch der Proteïnreihe. Der Zelleninhalt kann aus denselben oder auch aus andern Substanzen bestehen.

II. Eine zweite Art der Zellenbildung ist die, dass in einem schon äusserlich begrenzten Cellulose- oder Proteïnkörper sich innere Höhlen, theils durch Verflüssigung der starren Substanz, oder durch Ausscheidung anderer Substanzen, wie Luft, Oel, Harz, Pectin u. s. w., welche die Höhle ausfüllen, bilden. Man hat diese hohlen Räume, wenn sie durch Ausscheidung einer homogenen Substanz in einer körnigen, oder einer flüssigen in einer minder flüssigen entstanden sind, auch Vacuolen genannt.

§. 429.

Je nach den Bestandtheilen der Zellenwand und je nachdem dieselbe einfach oder zusammengesetzt, einschichtig oder mehrschichtig u. s. w. ist, werden die Zellen verschiedenartig benannt. Ohne zunächst Rücksicht auf den Inhalt zu nehmen, unterscheiden wir: 1) Bassorinzellen, 2) Gelacinzellen, 3) Gelinzellen, 4) Amylzellen, 5) Inulinzellen, 6) Ligninzellen, 7) Proteïnzellen, und anhangsweise 8) Kieselzellen.

§. 430.

Bassorinzellen. Die Entstehung der Bassorinzellen durch Hohlwerden beobachtet man am besten bei der Bildung der Hefe und der Zellen im Kirschgummi.

Die Hefe (Tab. 2. Fig. 5.) stellt in ihren Anfängen einfache runde und durchaus homogene Bassorinkügelchen dar, welche sich allmälig vergrössern, dann eine etwas längliche Gestalt annehmen und sehr kleine Vacuolen zeigen, welche, wie es mir scheint, mit flüssigem Proteïnschleim angefüllt sind. Neben der einen Vacuole bildet sich oft noch eine zweite, dritte. Die Vergrösserung der so gebildeten Zelle schreitet dann auch mit der Erweiterung der Vacuole fort und daher kommt es, dass die anfangs dickwandige Hefezelle bisweilen dünnwandig wird. Sie kommen in dieser Weise gewöhnlich beim Breihan vor. Die auf unserer Tafel 2. Fig. 5. dargestellten Hefezellen sind durch Urbildung (?) aus dem gährenden Weinmoste erzeugt. Ich will zu-

nächst damit sagen, dass ich die Gährung dieses Mostes nicht mit anderer Hefe angestellt habe.

Schleiden zweifelt an der Entstehung der Hefezellen auf die angegebene Weise, und sagt („Grundzüge u. s. w.", I, 207): „Wenn man die fertigen Hefezellen mit Aether, Alkohol und Spiritus (?) oder mit Aetzkali behandelt und dann von Neuem untersucht, so findet man ganz kugelrunde zarte Zellen mit dünner, aber deutlich unterscheidbarer Wandung, einem wasserhellen Inhalt mit bald mehr bald weniger ganz feinen Körnchen, welche einzeln oder gruppenweise der innern Fläche der Zellenwand ankleben und (fast?) überall ein grösseres, rundes, flaches Körperchen (Zellenkern?)". Ich habe diese Versuche an Weissbierhefe auf die Weise wiederholt, dass ich dieselbe mit Aetzkalilauge behandelte und dann mit Alkohol und Aether auswusch. Es kann dadurch allerdings bei einer Anzahl Hefekörperchen eine deutlich unterscheidbare Zellenwand zur Ansicht gebracht werden, auch erscheint der Inhalt nach dieser Behandlung deutlicher gekörnt; wenn man aber dieselben Hefekörperchen wieder mit Wasser behandelt, so schwindet auch die Wand wieder und die Zellen bekommen ganz das frühere Ansehen. Dieser Umstand scheint mir den Beweis zu liefern, dass jene Wand ein künstliches Erzeugniss ist, welches dadurch hervorgerufen wird, dass den äussern Theilchen der Zellensubstanz eine Quantität Wasser entzogen wird, wodurch sich der Aggregatzustand und mit ihm zugleich das lichtbrechende Verhältniss der äussern Schichten zu den innern ändert.

Es sind ferner bei der Entwickelung der Hefekörperchen Zweifel darüber entstanden, ob ihre Entstehung als organische Form eine ursprüngliche sei, oder ob sie der Zellensaft, welcher zur Gährung benutzt wird, vorgebildet enthalte. Eine sichere Entscheidung darüber ist unmöglich. Ich werde aber die Untersuchungen mittheilen, welche ich darüber angestellt habe. Schneidet man von dem saftigen Parenchym einer reifen Weinbeere einige Zellen vorsichtig ab, so bemerkt man in den grossen Zellen, deren Durchmesser wol $^1/_{20}$—$^1/_{15}$''' beträgt, einen Zellenkern (Cytoblast), welcher mit kleinern grünen Chlorophyllkörnchen besetzt ist und von welchem aus sich ein sehr feines Netz von Proteïnfasern in den Zellenraum nach allen Seiten hin erstreckt, die sich verzweigen und an den Stellen, wo die Zweige abgehen, meist eine kleine Anschwellung zeigen. Auch diese Proteïnfasern sind an mehreren Stellen, so wie die innere Zellenwand, mit vereinzelten Chlorophyllkörnchen besetzt. (Tab. 6. Fig. 1. d.)

Ausserdem befinden sich aber im Zellensafte noch einzelne Oeltröpfchen (Fig. g.) und Schleimkügelchen, welche letztere proteïnhaltig sind, immer ziemlich genau die Kugelform haben, aus sehr feiner körniger Substanz bestehen und nach Maassgabe ihrer Grösse ($^1/_{300}$ — $^1/_{85}$''') mit einer oder mehreren Vacuolen versehen sind (Fig. e. f.). Diese Schleimkügelchen sind farblos. Es liegt nahe, bei diesen Schleimkügelchen an die Hefekörperchen zu denken. *Karsten* („Bot. Zeitung", 1848, Sp. 457 fg.) leitet daher auch die Entstehung der Hefezellen direct von ihnen ab, während *Schleiden* („Grundzüge u. s. w.", I, p. 207) anderer Meinung ist. Ich selbst finde die Hefezellen von diesen Schleimkörperchen des Zellensaftes verschieden, obschon ich die Entwickelung der letztern zu Hefezellen, ausser der Mutterzelle, für wahrscheinlich halte. Wenn man Hefe in grösserer Menge auf dem Objectträger liegen hat, so bemerkt man, dass sämmtliche Zellen von einer halbflüssigen Schleimmasse umgeben sind, die als körnig erscheint, besonders wenn man sie mit Jodintinctur behandelt. Diese Körnchen vergrössern sich allmälig und werden zuletzt selbst zu Hefezellen. Die Hefezelle vergrössert sich nur bis zu einem gewissen Maasse, dann hört sie selbst auf zu wachsen; aber sie erzeugt an einer Stelle der Aussenseite eine neue Zelle, deren Anfang damit beginnt, dass sich eine kleine Hervorragung bildet, die allmälig grösser wird, sich dann kugelig formt, indem sie sich an der Berührungsstelle von der Mutterzelle abschnürt, dann davon trennt, oder auch damit in Verbindung bleibt. Im letztern Falle kann man beobachten, wie sich durch diese Verbindung kettenförmige und verästelte Formen bilden. Ich habe Tab. 2. Fig. 6. solche Formen abgebildet, die ich an einem isolirten Hefekörperchen unter dem Mikroskope während seiner Entwickelung beobachtet habe. Ich bin dabei dem Verfahren gefolgt, welches *Mitscherlich* in seinem „Lehrbuche der Chemie", I, p. 371 angibt. Man vertheilt hiernach etwas frische Oberhefe in Bierwürze, verdünnt einen Tropfen davon wiederum mit Bierwürze so lange, bis man in einem Tropfen dieser Flüssigkeit nur ein oder zwei Hefekügelchen bemerkt. Einen solchen Tropfen bringt man zwischen zwei Glasplatten, die man mit verdicktem Copallack verkittet. So stellt man nun das Hefekörperchen ein, wo möglich in einem Zimmer, dessen Temperatur zwischen 18—20° gehalten wird. Die erste Zelle muss man genau ins Mikrometerkreuz einstellen, damit man nicht wegen der spätern Zellen in Irrthum kommt. An je einem Sommertage (von früh 6 bis Abends 11 Uhr) hatten sich

die Formen a. b. c. gebildet, von denen die verschiedenen Generationen mit den entsprechenden Zahlen bezeichnet sind.

Bei Protococcus carneus („Tabulae phycolog.“, Tab. 1.) kommen ganz ähnliche Verhältnisse in Bezug auf Zellenbildung vor.

Beim Kirschgummi (Tab. 3. Fig. 1. c. d.) bilden sich die Zellen ebenfalls durch Vacuolen, fast ganz wie bei der Hefe, und man kann hier sogar Mutter- und Tochtervacuolen, letztere in verschiedenen Graden unterscheiden. Wegen ihrer Entstehung verweise ich auf §. 401, 6 zurück. Diese Zellenbildung liefert einen neuen Beitrag zur Urbildung organischer Formen.

Zu den Zellenbildungen durch Vacuolen muss man auch jene Erscheinungen rechnen, welche bei den harzig-öligen und bisweilen klebrigen Haaren mancher Phanerogamen vorkommen. Als Beispiel führe ich nur die Haare von dem Blattstiel der Salvia officinalis auf, welche ich Tab. 1. Fig. 2. abgebildet habe. Aus der Cuticula des Haares dringt ein zäher Schleim, welcher sich in unregelmässigen und ungleichen Massen obenauf lagert; in diesen Schleimmassen scheiden sich hie und da kleine Oeltröpfchen aus, deren jedes eine Vacuole bildet.

Bei den Fasern, welche den Flechtenkörper durchziehen, entstehen die Zellen auch durch Vacuolen. Als unentwickelte Anfänge von Flechtenformen sehe ich die in meinen „Tabulae phycologicae“, Tab. 2 und 3. abgebildeten Protococcus crustaceus und Pr. chnaumaticus an. Die äussere Haut dieser Zellenformen wächst anfangs zu kleinen und dann zu immer mehr sich verlängernden Erhabenheiten aus, welche sich selbst verzweigen und faserig durchweben. Solche Bildungen kommen bei den Leprarien sehr häufig vor und ich habe sie auch früher schon in meiner Preisschrift („Natuurkundige Verhandelingen van de Holl. Maatschappen te Haarlem“, Tweede Verz., I. Deel, 1841, Tab. B. Fig. 6. 7. 9. 13. 18. 19.) abgebildet. Manche von diesen Fasern sind gliederweis abgeschnürt, die meisten aber nicht, und sie bestehen auch gewöhnlich durch und durch aus einer homogenen Bassorinmasse. Bei weiterer Entwickelung aber zeigen sich Höhlen im Innern, die gewöhnlich mit Luft gefüllt sind. Ich habe solche Höhlen bei den Fasern von Ramallina fraxinea (Tab. 4. Fig. 3.) abgebildet.

Ganz deutlich und sicher kann man aber die Vacuolenbildung in Fasern bei Stereonema asperum und chthonoblastes erkennen (Tab. 2. Fig. 8 und 9.). Die jungen hellen und immerfort wachsenden verdünnten Spitzen blähen sich unterwärts in

ihrem Innern zu länglichen Höhlen auf, welche anfangs mit flüssiger, später aber mit fester Proteïnsubstanz gefüllt sind.

Die Entstehung aller dieser Vacuolenzellen kann man auf die Art erklären, dass die verschiedenen Substanzen, welche anfangs fein vertheilt neben einander liegen, nach und nach sich immer mehr auf die Weise absondern, dass das Gleichartige innerhalb gewisser Grenzen zusammentritt, so dass namentlich das Flüssige von dem weniger Flüssigen heraus- und auf bestimmte Punkte zusammengepresst wird. Dass dies wirklich geschieht, kann man namentlich bei den kleinen unregelmässigen Oelzellen der Haare von Salvia officinalis sehen, wo das Oel anfangs ein sehr feines Gemenge mit dem Schleim bildet. Bei Emulsionen, künstlichen und natürlichen, kommen ganz gleiche Fälle vor. Die Fetttröpfchen bilden in den schleimigen Milchtheilen wahre Vacuolen. Wo nun statt des Oeles Proteïn, oder Luft, oder auch von derselben Substanz (wie z. B. bei den Cerasinzellen) sich flüssigere Theile von weniger flüssigen trennen und die gleichartigen in bestimmte Grenzen zusammentreten, da findet dieselbe Erscheinung wie beim Oele Statt.

§. 431.

Die andere Art der Entstehung der Bassorinzellen geschieht auf die Weise, dass sich um einen Zellenkern von verschiedener Substanz eine Bassorinhaut ringsum anlegt. Der Unterschied zwischen dieser Zellenbildung und der vorigen beruht bloss darin, dass hier die Substanz, welche die Zelle bildet, nach aussen gepresst wird und sich um den Inhalt herumlegt, daselbst allmälig erstarrt und durch Aufnahme gleichartiger Theilchen sich vergrössert.

Der Zellenkern kann verschiedenartig sein, sowol hinsichtlich der Substanz als auch nach seiner Dichtigkeit und Festigkeit. Er besteht hier meist (vielleicht immer) aus einer proteïnartigen Substanz, welche mehr oder weniger mit Bassorinschleim oder andern Substanzen vermischt ist.

§. 432.

Bassorinzellenbildung mittelst eines flüssigen Zellenkernes.

a) Entwickelungsgeschichte der Uredo candida. Diese bildet sich sehr häufig unter der Epidermis des Stengels von Thlaspi bursa pastoris. Die grössern Parenchymzellen der Rindenschicht, welche aus Gelinsubstanz bestehen, verschwinden dabei und an ihre Stelle treten theils kugelige, theils längliche

Bassorinzellen mit einem sehr feinkörnigen Inhalte, welcher proteïnhaltig ist. So viel ich habe beobachten können, entsteht dieser Pilz auf folgende Weise. Die normalen Zellen der Rindenschicht (Tab. 4. Fig. 2.) sind mit sogenannten Chlorophyllkörnern versehen (a). Diese bestehen aus Chlorophyll, Wachs und einer Proteïnsubstanz, welche — wie der Kleber *Beccaria's* (§. 412) — noch mit Bassorin gemischt ist. Die Veränderung dieser Zellen beginnt damit, dass die Chlorophyllkörner ihre grüne Farbe verlieren und anfangs in viel kleinere bleiche Körner zerfallen, die sich entweder zerstreuen, oder in Masse zusammenballen oder zerfliessen. Aus dieser zerflossenen Substanz, in welcher man nur durch Jodintinctur sehr feine gelbe Proteïnmoleküle zur Ansicht bekommt, sondern sich eine oder mehrere kugelige oder längliche Massen ab, die nach aussen mit einer sehr dünnen Schleimhaut von Bassorin bekleidet sind (Fig. c. d.). Während diese Bildung entsteht, löst sich auch die Membran der Gelinzelle auf, in welcher diese Vorgänge stattgefunden haben. Die aufgelöste Masse reagirt auf Bassorin und umgibt die jungen Pilzzellen als Nahrungsflüssigkeit, wodurch sie sich vergrössern, in mehr oder weniger längliche Formen ausdehnen (Fig. e.), dann durch Aggregation der Proteïnmoleküle am Ende zu kugeligen Formen werden, welche die eben beschriebene Zellbildung durch Ausscheidung einer Bassorinhaut so lange und so oft wiederholen, als eben hinreichender Stoff zu diesen Bildungen vorhanden ist. Auf diese Weise entstehen kettenförmige Zellenreihen (f.), deren Glieder jedoch nur sehr lose zusammenhängen, weil die Haut der primären Zelle, die sie anfangs verbindet, zuletzt zerfliesst. Andere Zellen werden dagegen lang und verzweigen sich (g.).

b) Entwickelungsgeschichte der Keimzellen (Sporen) von Aschion nigrum *Wallr.* (Tab. 5. Fig. 1.). Die schwarze Trüffel entwickelt in ihrem Zellengewebe, welches in vielfach verschlungenen Bassorinzellen besteht, die sehr lang gestreckt sind, ungegliederten Röhren gleichen und einzeln nur mühsam zu erkennen sind, grössere blasige Zellen, welche an der Stelle, wo sie mit dem Gewebe der übrigen Zellen in Verbindung stehen, in ein kleines dünnes und krummes Stielchen, das an seinem Ende geschlossen ist, ausgehen. Anfangs ist diese grosse blasige Zelle mit einer ziemlich homogenen schleimigen Flüssigkeit, welche ein Gemisch von Bassorin und Proteïn ist, angefüllt. Bei weiterer Entwickelung sammelt sich jedoch an der Basis oder Zelle (dicht am Stielchen) eine trübe, sehr feinkörnige Masse zu einer Kugel an, welche gegen den übrigen klaren

und durchsichtigen Raum der blasigen Zelle, die ich Urmutterzelle nennen will, sehr zart, aber ziemlich scharf begrenzt ist. Die feinkörnige Masse, welche sich hier zu einem noch flüssigen Zellenkerne zusammengeballt hat, besteht aus Proteïnmolekülen, welche in flüssigen Bassorinschleim eingebettet liegen (Fig. a.). Dieser kugelige Kern wächst, indem sich an seinem Umfange immer mehr Proteïnmoleküle aus der umgebenden Zellenflüssigkeit ausscheiden und anlagern, bis er die Urmutterzelle fast ausfüllt (Fig. b. c.). Er hat jetzt eine deutlichere Begrenzung und ich halte ihn in dieser Entwickelungsstufe für eine völlige zweite Schleimzelle, welche in der Urmutterzelle eingeschachtelt ist und deren Wand aus Bassorin besteht. Ich will sie Mutterzelle nennen. Gleichzeitig mit dieser Vergrösserung der Mutterzelle entwickeln sich aber in dem körnigen Inhalte derselben auf ganz gleiche Weise in schneller Aufeinanderfolge mehrere Tochterzellen, gewöhnlich drei, vier, seltener zwei oder eine. Nur findet dabei der Unterschied Statt, dass bei den Tochterzellen die Zellenwand aus Proteïnsubstanz sich bildet, was sich durch Behandlung mit Salpetersäure und Ammoniak sehr entschieden herausstellt und namentlich am Ende der Entwickelung immer deutlicher wird. Während diese Tochterzellen sich ausscheiden, ist die umgebende Flüssigkeit immer noch sehr feinkörnig (b. c.). Bei weiterer Entwickelung (d.) vermindert sich jedoch diese gleichförmig körnige Beschaffenheit des flüssigen Inhalts, indem ein Theil der Moleküle sich zu strahlenförmig geordneten Proteïnfäden aneinanderreihet, welche anfangs sehr zarte und weiche, längere (f.) oder kürzere (d.) Strahlen auf der äussern Proteïnzelle bilden, die bei ihrer weitern Entwickelung erhärten und die Stacheln und andere Erhabenheiten auf den Sporen (h. i. k.) bilden. Der Inhalt der Tochterzellen verändert sich während dieser Zeit ebenfalls und zwar in der Weise, dass die Moleküle sich zu immer deutlichern und grössern kugelrunden Körnern (d. e. f.) entwickeln, welche sich im Mittelpunkte zu einer kugeligen Form vereinigen, wobei die Wand der Proteïnzelle sich auffallend verdickt (e. f.). Bei manchen Individuen sieht man, dass die Strahlen der Tochterzellen sich deutlich bis zur Mutterzelle erstrecken und mit derselben in Verbindung stehen (g.). Wenn die Membran der Tochterzellen und deren Inhalt bräunt, dann zieht sich die Mutterzelle allmälig immer enger zusammen, umgibt dann die einzelnen Tochterzellen, wird aber durch die Erhabenheiten derselben verhindert, sich dicht anzulegen, daher sie als weisser durchsichtiger Mantel die undurchsichtige Proteïnzelle in einem gewissen Abstande, welcher

von der Länge der Erhabenheiten bedingt wird, umgibt (g. h. i. k.).

Hierher gehört auch noch die Bildung der Milchzellen bei den Agaricusarten, die ich mit den Gelinmilchzellen bei den Phanerogamen §. 438. b. abhandeln werde.

§. 433.

Bassorinzellenbildung mittelst eines oder mehrerer festen Zellenkerne.

a) Entwickelungsgeschichte der Zellen und Zellenhäufchen bei Mycocoelium rivulare *Kg.* Tab. 2. Fig. 3. a. ist die Pflanze in natürlicher Grösse. Sie ist fast farblos und bildet ein zartes schleimiges Säckchen, wie der Finger eines Handschuh. Die Hauptmasse besteht aus einer Bassorinhaut, in welcher die etwas dunklern Gürtel durch schwachbräunliche Proteïnkörperchen u. s. w. gebildet werden, welche sich zu Keimzellen auf folgende Art entwickeln. Unter dem Mikroskop (Fig. b.) bemerkt man, dass die Proteïnsubstanz zuerst in sehr kleinen Molekülen ausscheidet, die nach und nach grösser werden und sich zu einem festern Kern ausbilden. Haben sie eine gewisse Grösse erreicht, so erscheinen sie mit einer schleimigen Bassorinhaut umgeben, die ziemlich dick ist. Wo zwei solcher Kerne beisammen oder nahe bei einander liegen, da bildet sich um beide eine gemeinschaftliche Bassorinhülle; dasselbe geschieht auch, wenn mehr als zwei sich reihenförmig oder in Gruppen vereinigen. Weil nun diese letztern oft sehr unregelmässig und verschiedenartig begrenzt sind, so wird dadurch auch die Form der Bassorinzellen unregelmässig, wie man an den Figuren sehen kann.

b) Entwickelungsgeschichte der Bassorinzellen bei Palmella cruenta. (Tab. 2. Fig. 7.) Die schleimige Matrix ist hier reine klare und farblose Bassorinsubstanz, in welcher sich sehr kleine Proteïnkörnchen (a.) ausscheiden, die allmälig grösser werden und zuletzt (b.) eine sehr zarte weiche Bassorinhülle bekommen. Sie sind dabei kugelrund und nur durch das Trocknen, wo die Zellen sich einander nähern und gegenseitig drücken, werden sie eckig. Die Proteïnmoleküle sind hier roth gefärbt, und wenn diese Alge in ihrem normalen Wachsthum begriffen ist, besitzen dieselben da, wo man sie in Masse vereinigt findet, auch immer die rothe Farbe. Ihre erste Entstehung aber hängt meinen bisherigen Beobachtungen zufolge, die ich seit einer Reihe von 15 Jahren mit aller Bequemlichkeit habe anstellen können, weil diese Alge unmittelbar an meiner Wohnung wächst,

mit der Entstehung des Protococcus viridis zusammen. Dieser besteht ebenfalls aus einer Bassorinhülle und der Inhalt ist ein fester Proteïnkern, welcher aber grün gefärbt ist. Wenn an gewissen Stellen an der Erde, oder an untern Stellen von Mauern ein gewisses Uebermaass von Feuchtigkeit eintritt, so erscheinen die folgenden Generationen der Protococcuszellen mit immer weicherer Zellenhaut und es bildet sich auch um dieselbe noch eine so weiche Bassorinmasse, dass dieselbe mit der der benachbarten Zellen zusammenfliesst. Diese zusammengeflossene Bassorinmasse bildet die Matrix einer Palmella, in welche sich der Protococcus verwandelt hat. Bald aber verändert sich auch die grüne Farbe, indem bei den neuen Zellen der Proteïnkern sich nicht grün, sondern roth färbt; auch schon grün gewesene Zellenkerne färben sich roth, wie ein Apfel, wenn er die Reife bekommt. So trifft man daher oft rothe und grüne Zellenkerne in den Zellen unter einander gemischt an. Ich habe diesen Vorgang schon in meiner Preisschrift („Natuurkundige Verhandelingen u. s. w., te Haarlem" 1841) mitgetheilt und (Tab. C. Fig. 4. 5.) abgebildet. Die Palmella cruenta kommt auch immer mit Protococcus viridis zusammen vor. In meinen „Tabulae phycologicae" sind (Band I, Tab. 1—6.) eine grosse Anzahl von Protococcusformen abgebildet, wo man dieselbe Zellenbildung wahrnehmen kann. Besonders interessant ist Protococcus Meneghinii, wo sich die Proteïnkörperchen zu zahlreichen Zellenkernen ausbilden, noch innerhalb der Mutterzelle zu neuen Individuen mit Bassorinhülle entwickeln und erst nach der Auflösung der Mutterzelle, die sich zuletzt sehr verdickt und mehrere deutliche Schichten zeigt, frei werden.

c) Entwickelung der Bassorinzellen mit cylindrischem oder fadenförmigem Zellenkerne. Diese Bildungen trifft man besonders bei den Arten der Gattung Hypheothrix an, auch Inactis vaginata und italica („Tab. phycol.", I. 77.) zeigen ähnliche Verhältnisse. Die Form einer Zelle rührt von der Form des Zellenkerns her. Kugelige Zellenkerne bilden kugelige Zellen, fadenförmige müssen daher auch sehr langgestreckte Zellen erzeugen. Die Gattung Leptothrix besteht eigentlich aus nackten Zellenkernen, welche sehr lang gestreckt sind, ebenso die Gattung Spirulina und mehrere Oscillarien, z. B. subtilissima, tenerrima, leptotricha, circinata, gracillima, chlorina. Zwar pressen die letztern auch aus ihrer Masse Bassorinschleim heraus, ebenso die meisten Leptothrixarten, aber dieser Schleim erhärtet nicht zu einer Hülle, sondern bleibt flüssig und fliesst zu einer

homogenen Matrix zusammen, in welcher die Fäden eingebettet liegen. Bei den Arten der Gattung Hypheothrix ist das anders. Hier wird der abgesonderte (eigentlich mechanisch ausgepresste) Bassorinschleim, der noch in dem entstehenden Zellenkerne mit Proteïnsubstanz gemengt ist, bei seinem Austritt fest, begrenzt sich und wird zur Hülle des Zellenkerns oder zur Zellenwand. Auch hier kommt es vor (wie bei dem Zellenkerne junger Bastzellen), dass der fadenförmige Kern beim Erhärten in mehrere kleinere, meist ungleiche Stücke zerreisst, die dann innerhalb der Bassorinzelle eine Reihe bilden („Tab. phycol.", I. Band, Tab. 67. IV. V. — 68. — 69. — 70. III. — 71. V.). Je älter und fester er hier wird, desto mehr schrumpft er, in Folge des Abgebens des Bassorinschleims, zusammen. Manche solcher langen Bildungen wachsen an ihren Enden ununterbrochen fort und man kann diese Art des Wachsens, mit einem von *Naegeli* eingeführten Ausdruck: Spitzenwachsthum nennen, indem sich hier allemal die jüngsten Theile an der Spitze befinden. Es sind Bassorinzellen mit unbegrenztem Wachsthum.

§. 434.

Statt eines einzigen Zellenkerns können auch mehrere Zellenkerne — wie wir das schon im vorigen §. bei Mycocoelium rivulare gesehen haben — zur Bildung einer Zelle beitragen. Solche Zellen finden sich bei Microhaloa botryoides („Tab. phycol." I, Tab. 7. a. b. c. d.), besonders ausgezeichnet aber bei Microcystis elabens, marginata, aeruginosa und ichthyoblabe (l. c., Tab. 8.), wo ihre Entstehung sehr leicht zu verfolgen ist.

Beispiele, wo mehrere fadenförmige neben einander liegende Zellenkerne eine gemeinsame Bassorinzelle erzeugen, bieten Hypheothrix fasciculata (l. c., Tab. 70. II.) und Sirocoleum guianense (l. c., Tab. 51.).

Endlich muss ich noch der Fälle erwähnen, wo die Bassorinsubstanz theils einzelne fertige Zellen, theils ganze Zellenreihen oder Gruppen entweder als Matrix oder auch als äusserste Mutterzelle einhüllt. Beispiele hierzu liefern auch hier die Algen und zwar die Gattungen Palmogloea, Tetraspora, Oscillaria, Phormidium, Lyngbya, Chaetophora u. m. a. Weiteres hierüber werde ich bei der Betrachtung der Cuticula (§. 504) mittheilen. Bei Chaetophora, wo eine dicke Bassorinhülle, deren Begrenzung man nur nach der Behandlung mit Jodintinctur und Schwefelsäure gewahr wird, eine aus Gelinsubstanz bestehende Zellenreihe

umschliesst, habe ich das genauere Verhältniss der verschiedenen Stoffe während der Zellenbildung noch nicht genau ermitteln können. Ich vermuthe aber, dass die Bassorinhülle durch Auflösung der bei der Bildung der innern Zellenreihen betheiligten Mutterzellen entstanden ist, deren Substanz bei diesem Auflösungsprocess zugleich eine Umänderung in Bassorin erfahren hat. Es würde demnach diese Bassorinhülle der Cuticula angehören. (§. 500.) Die oben genannten Formen sind sämmtlich in meinen „Tabulae phycologicae" abgebildet.

§. 435.

Faserige Zellen aus Bassorinsubstanz. Dass die homogene Matrix mancher Pharmidiumarten zuletzt faserig wird, haben wir schon oben (§. 427) gesehen. Wie hier eine flach ausgebreitete Haut aus der — wenigstens scheinbar — homogenen Bassorinsubstanz in Fasern sich theilt, so lassen auch bei weiterer Entwickelung grössere, aus Bassorin bestehende Zellenhäute eine faserige Structur erkennen. Besonders deutlich zeigt sich dieselbe bei Chthonoblastus Lyngbyei und salinus („Tab. phycol.", Bd. I, Tab. 58.). Ein noch auffallenderes Beispiel von faserigen Zellenwänden bietet Trichodictyon rupestre (l. c., Tab. 26.) dar, wo die grossen Mutterzellen aus einem sehr losen Geflecht von gallertartigen Bassorinfasern bestehen. Alle diese Fasern gehen erst nach und nach aus der (scheinbar) homogenen Schleimhaut hervor, welche in der Jugend diese Zellenwände bildet. Sie zeigen immer eine organische Auflösung der Zellenwand an, die bisweilen damit endet, dass die Fasern unter sich selbständig werden, und als ungebundenes Gewirr sich weiter entwickeln. Wird nun die Bassorinsubstanz durch den Einfluss der atmosphärischen Luft zum Theil in Proteïn verwandelt (§. 418), was beim Freiwerden immer geschieht, so erscheinen sie auch bald äusserlich mehr oder weniger gefärbt und tragen dann den Charakter der Leptothrixarten (§. 426) an sich. Die meisten (vielleicht alle) Arten der Gattung Leptothrix entstehen auf diese Weise.

§. 436.

Gelacinzellen. Die einfachsten Gelacinzellen kommen bei Entophysalis granulosa („Tab. phyc.", Bd. I, Tab. 32. I.) und einigen braunen Species von Gloeocapsa, z. B. Gl. rupestris, vor. Untersucht man ein Exemplar dieser letztern genauer, so findet man sie in allen Entwickelungsstufen beisammen. Auch hier ist der Anfang mit der Isolirung eines Proteïnkerns verbun-

den, um welchen eine Hülle entsteht, wie in allen schon besprochenen Fällen. Nur zeigen die Gloeocapsaarten die Reaction auf Gelacin sehr schwach, während sie bei Entophysalis sehr deutlich auftritt. Ich vermuthe daher, dass bei jener die Gelacinsubstanz mit Eugelacin gemischt ist, wodurch in Folge entgegengesetzter Reaction die Farbe bei Einwirkung der Schwefelsäure entweder gar nicht zum Vorschein kommt, oder wenigstens sehr geschwächt wird.

Mehrschichtige Gelacinzellen. Die grossen Gelacinzellen, welche zum Kern oscillarienartige Gliederfäden haben und besonders bei den Scytonemeen, Lyngbyeen, Nostoceen und Rivularieen vorkommen, bieten sehr interessante und eigenthümliche Erscheinungen beim Zellenleben dar. Diese Zellen haben gewöhnlich eine ästige und sehr lang gestreckte Form und wachsen entweder nur an einem oder an beiden entgegengesetzten Enden. Der erste Fall kommt vor, wo die Zelle, die hier immer als selbständiger Organismus auftritt, an einer Stelle angewachsen ist. Dies ist namentlich der Fall bei den parasitischen Leibleinien. Man kann daher an einer solchen Zelle eine Basis und eine Spitze unterscheiden; die Basis ist dann der älteste Theil, die Spitze der jüngste. Am deutlichsten zeigt dies Verhältniss Leibleinia chalybea („Tab. phyc.", I. Bd., Tab. 84. I.). Bei den jüngern Individuen sieht man ganz deutlich, dass der eingeschlossene, in die Spitze verdünnte und gefärbte proteïnhaltige Kernkörper immer an der Spitze gegen die Umhüllung im Wachsthum voraus ist, so dass unterwärts die Bassorinhülle sehr verdickt, in der Spitze aber noch gar nicht geschlossen oder wenigstens noch nicht als feste Substanz sichtbar ist. Diese untere Hülle lässt mehr oder weniger deutliche Schichten erkennen, deren Zahl in die Spitze abnimmt. Die oberste jüngste und zarteste Spitze der Hülle ist die unmittelbare Fortsetzung der innersten. Die älteste Schicht (oder der älteste Theil dieser Hülle) ist die unterste und äusserste. Man sieht hier also deutlich, dass die Verdickungsschichten sich inwendig ansetzen und nicht auswendig. Aussen sieht man in dem angeführten Beispiele das oberste Ende der verschiedenen Schichten so allmälig sich verschmelzen, dass man ihr Aufhören nicht gewahr wird. Anders ist das bei den Scytonemaarten, wo die innern Schichten sich aus den ältern in bestimmten Absätzen, die oft sehr scharf und deutlich begrenzt sind, von innen hervorschieben. Sehr schön kann man diese Bildung bei Scytonema decumbens („Tab. phyc.", II. Bd., Tab. 22.), naideum (l. c., Tab. 23.), flexuosum (l. c., Tab. 24.), coalitum,

helveticum (ebendaselbst), Myochrous, chlorophaeum (Tab. 25.) und crassum (Tab. 26.) sehen; am ausgezeichnetsten und ungemein elegant erscheint sie aber bei Arthrosiphon (l. c., Tab. 28.).

Wo diese Zellen an beiden Enden fortwachsen, sind zwei Spitzen da. Beispiele der Art bieten unter andern Scytonema nigrescens und Sc. aerugineo-cinereum (l. c., Tab. 16.). Findet bei diesen Formen in dem Kernkörper einmal eine Unterbrechung Statt, so wachsen die dadurch neu entstandenen Enden selbständig weiter fort und drängen sich dann nach aussen durch die ältern Zellenschichten hindurch und erscheinen so als Aeste eines zusammengesetzten Individuums (l. c., Tab. 17. Fig. III. IV. — Tab. 23. Fig. I. IV. — Tab. 25. Fig. II. 4.).

Wie diese grossen mit Spitzenwachsthum versehenen Zellen, so zeigen auch die kugeligen, nach allen Seiten gleichmässig wachsenden Gelacinzellen mehr oder weniger deutliche Schichtung. Es herrscht auch hier in dem Wachsthum und in der Erneuerung der Schichten eine ähnliche Einschachtelung der verschiedenen aufeinanderfolgenden Generationen, aber weil die Nachkommen nicht in der Richtung der Linie entstehen, sondern allseitig, also die Urzelle beim Ende ihres Wachsthums auch allseitig durch die innern jüngern aus einander gedrängt wird, so wird dieselbe dadurch so zersprengt, dass sie bald der gänzlichen Auflösung anheim fällt. Eins der besten Beispiele der Art bietet die schon oben erwähnte Gloeocapsa rupestris, bei deren jüngern Generationen man oft noch die zerrissenen Bruchstücke der alten Mutterzelle als Anhängsel findet („Tab. phycol.", I. Bd., Tab. 22. Fig. II.) [2]).

Eugelacinzellen. Diese bieten in ihrer Entwickelung ganz dieselben Erscheinungen dar, wie die runden Gelacinzellen. Nur will ich hierbei noch erwähnen, dass, wenn dieselben durch fadenförmige Entwickelung ihres Kernes zur gestreckten Zellenform mit Spitzenwachsthum übergehen, die Substanz dann (immer?) in Gelacinsubstanz sich umwandelt. Eugelacinzellen mit Spitzenwachsthum sind mir bis jetzt noch nicht vorgekommen. Abbildungen von kugeligen Eugelacinzellen habe ich in meinen „Tabulae phycologic.", I. Bd., Tab. 21. Fig. III (Gloeocapsa coracina), IV (Gloeocapsa atrata), V (Gloeocapsa livida), Tab. 22. Fig. I (Gl. Magma), V (Gl. sanguinolenta), VI (Gl. sanguinea) u. s. w. geliefert. Die meisten dieser Arten sind dadurch ausgezeichnet, dass die Membran der alten Mutterzelle oft in Schleimfäden sich auflöst.

§. 437.

Gelinzellen. Auch hier kann man zweierlei Arten von Zellenbildung unterscheiden, nämlich durch Vacuolen und durch Zellenkerne. Die erste Art, nämlich durch Vacuolen, scheint mir bei der Bildung wenigstens einiger Oelzellen oder sogenannter Oeldrüsen stattzufinden. Bei Lavandula Spica (Tab. 9. Fig. 3. 4. a.) entstehen diese Oelzellen auf die Weise, dass aus der Epidermis in verschiedenen Abständen eine ziemlich consistente Schleimmasse austritt, die anfangs mittelst Jodintinctur und Schwefelsäure blau gefärbt wird; sie wird auf der Oberfläche als ein kugelförmiges Körperchen hervorgeschoben, dessen Basis zuletzt verdünnt und dessen Scheitel etwas eingedrückt ist. Von oben gesehen, erscheint in dieser Oelzelle eine dunkele Stelle, welche das ätherische Oel enthält (Fig. 3. a.). Eine solche Zelle, von der Seite gesehen und senkrecht durchschnitten, ist in Fig. 4. a. dargestellt. Man sieht hier, dass die Höhlung, welche das Oel enthält, in vier verschiedene Gänge sich spaltet. Die Zahl dieser Gänge mehrt sich mit dem Alter dieser Zellen.

Die ästigen Haare, welche bei Lavandula Spica die Epidermis des Stengels bekleiden, schwitzen ebenfalls eine gelinartige Schleimmasse aus, welche sich aber unregelmässig um dieselben herumlegt und in welcher sich sehr kleine Oeltröpfchen ausscheiden, die dadurch in derselben Vacuolen bilden (Tab. 9. Fig. 3. b.).

Im Rhizom und dem Parenchym der Blattscheiden von Acorus Calamus bilden sich die Oelzellen auf ähnliche Weise (Tab. 16. Fig. 2.).

§. 438.

Bildung der Gelinzellen mittelst eines oder mehrerer Zellenkerne. Diese Kernkörperchen können flüssig und fest sein. Beispiele mit flüssigem Zellenkern:

a) Bei Vaucheria clavata. Diese Alge besteht fast nur aus einer Zelle, welche sehr lang schlauchförmig ist und sich verzweigt. Der unterste Theil derselben, welcher auf dem Boden befestigt ist, ist zugleich der älteste Theil und gewöhnlich in Bassorinsubstanz verwandelt. Er ist auch gewöhnlich leer. Aufwärts enthält der Schlauch einen flüssigen grünen und sehr feinkörnigen Inhalt, welcher bisweilen durch Bildung einer besondern innern Schlauchzelle (Tab. 15. Fig. 3. b.) wieder in mehrere innere Abtheilungen geschieden ist. Die oberste Abtheilung ist die kürzeste und ihr Inhalt, der sehr dunkel, fast schwarzgrün ist, füllt das angeschwollene Zellenende nicht bis in die Spitze

aus. Er ist schon innerhalb der Mutterzelle mit einer sehr dünnen Schleimhaut (Epithelium) umgeben. Endlich tritt ein Zeitpunkt ein, wo diese Schleimzelle aus der Mutterzelle heraustritt, indem die letztere unterhalb ihrer Spitze eine Oeffnung bekommt (Fig. c.), das Austreten der Schleimzelle geschieht langsam genug, dass man es bequem unter dem Mikroskope beobachten und die verschiedenen Stadien des Austritts zeichnen kann. Ich habe mehrere in den Figuren d. e. f. mitgetheilt. Fig. g. ist die neugeborne Tochterzelle. Ihr Inhalt ist eine flüssige dunkelgrüne Schleimmasse, welche Proteïn- und Gelinsubstanz nebst Chlorophyll enthält. Die Schleimhaut, woraus sie besteht, ist so dünn, dass man unter der stärksten Vergrösserung keinen Durchmesser an ihr wahrnehmen kann. In ihrer Freiheit rundet sich diese Zelle anfangs mehr und mehr ab, bis sie kugelrund ist (Fig. h. i.). Dann wächst sie zu einer neuen Schlauchzelle aus, indem durch Spitzenwachsthum das eine Ende sich verlängert (Fig. k. l. m.).

Dass der schleimige Inhalt der Vaucherienzelle sich bei seinem Austritt ins Wasser (und bei ruhigem Verhalten) nicht mit demselben mengt, sondern sich durch Bildung einer dichtern Schleimhaut begrenzt, davon habe ich mich durch Versuche überzeugt. Eine gewöhnliche Vaucherienzelle (Tab. 15. Fig. 3. a.) drückte ich zwischen zwei Glasplatten gelinde, doch hinreichend, um sie zu sprengen und den grünen flüssigen Schleiminhalt etwas heraus zu pressen. Derselbe trat auch in einzelnen länglichen und mehr oder weniger zusammengehäuften Tropfen heraus, welche eine traubenförmige Masse bildeten und gegen das Wasser sich scharf abgrenzten. Nach wenigen Minuten waren die Tropfen mit einer wirklichen Haut umkleidet, aber eine weitere Entwickelung fand nicht Statt.

b) Bei den Milchzellen (sogenannten Milchgefässen). Ich habe ihre Bildung besonders bei den Agaricusarten zu erforschen gesucht. Die Bildung dieser Zellen kommt nur bei Pflanzen vor, welche aus einer Anzahl anderer Zellen zusammengesetzt sind. Wo sich solche angehäufte Zellenmassen durch organischen Process bilden, da stehen eine Anzahl Zellen mit einander auch in einer unmittelbaren Verbindung. Durch den organisch-chemischen Process, der in den nächstverbundenen Zellen meist gleichartig ist, sammelt sich in jungen Zellen oft eine so grosse Menge Zellensaft an, dass derselbe nicht von ihnen beherbergt werden kann; er tritt daher aus den Zellen heraus und sammelt sich zwischen denselben an, indem er die verbundenen Zellen mehr

oder weniger von einander trennt und zwischen denselben grössere oder kleinere, mit Saft erfüllte Räume (Saftgänge) bildet, die, nach der Beschaffenheit des Gewebes, dasselbe entweder in mehr oder weniger gerader Richtung durchziehen, bald gleichweit, bald mehr erweitert oder verengt sind, oder sich krümmen, nicht selten verästeln und durch anastomosirende Seitengänge mit einander in Verbindung stehen. In der jüngsten Periode ist dieser Saft hell und klar, und die Gänge sind klein und enge, in denen er sich befindet; aber er mehrt sich und mit seiner Vermehrung vergrössern sich die Gänge. Mit der Zeit verliert der Saft seine Klarheit, er wird körnig, indem sich sehr verschiedene Stoffe in ihm bilden, die sich ausscheiden. Durch diese Ausscheidungen wird er getrübt. Unter den ausgeschiedenen Substanzen finden sich, ausser Schleimmolekülen verschiedener Art, mitunter Amylkörperchen, Oele, Harze und kautschukartige Stoffe. Diese letztern drei bilden in demselben kleinere oder grössere Kügelchen und sie sind es eigentlich, welche ihm die milchige Beschaffenheit geben. Diese Milchflüssigkeit ist fast immer weiss und fast nur in wenigen Fällen durch einen besondern Stoff, wie bei Chelidonium majus, gelb, oder anders gefärbt. Die Milch enthält auch oft Alkaloide, z. B. die Milch von Papaver somniferum, welche eingetrocknet das Opium liefert. Die Pflanzenmilch ist daher bei den verschiedenen Pflanzen auch von verschiedener Beschaffenheit.

Wenn die milchführenden Zwischenräume ein gewisses Alter erlangt haben, was bei verschiedenen Pflanzen verschieden ist, so sondert sich aus der Milch eine Gelinhülle ab, deren äussere Form sich genau nach der innern Form des Intercellularraums richtet, von dem sie gleichsam ein Abdruck ist. Sie dringt daher in alle Vertiefungen des Milchgangs ein und legt sich dicht an die denselben begrenzenden Zellenwände an. Daher hat die äussere Wand der Milchzelle immer grössere oder kleinere Hervorragungen. Die Wände der Milchzellen sind in den meisten Fällen so zart und dünn, dass sie mit der besten Vergrösserung oft kaum erkannt werden können. Wo aber ältere und jüngere Theile in ihrer Bildung allmälig auf einander folgen, wie bei phanerogamischen Gewächsen, da haben die ältern Milchzellen deutlichere und stärkere Wände, als die jüngern. Doch kann man auch diese oft durch Behandlung mit Schwefelsäure, wodurch sie anschwellen und dicker werden, oder mittelst Salpetersäure, wodurch sie sich von den übrigen Zellen oft unverletzt trennen lassen, zur Ansicht bringen.

Bei den meisten milchenden Agaricusarten ist die Lebensdauer nicht so lang, dass eine deutliche Zellenbildung um die milchführenden Intercellularräume, die sich hier ebenso verhalten, wie bei den Phanerogamen, sich bilden kann, wenigstens ist sie nicht dauerhaft genug, um die Form derselben mittelst eines Durchschnitts deutlich darlegen zu können. Am deutlichsten habe ich sie bei Agaricus vietus gefunden, wo ich sie aus dem Hute auf Tab. 9. Fig. 2. dargestellt habe. Sie verästeln sich hier und anastomosiren, verengen und erweitern sich wie die Milchzellen der Phanerogamen. Eine Schwierigkeit bei ihrer Untersuchung bietet die Milch dar, welche beim Zerschneiden der betreffenden Theile sich aus den verletzten Zellen ergiesst, sich über das Präparat ausbreitet und dadurch dasselbe gleichsam besudelt, indem ihre körnige Beschaffenheit es verhindert, die von ihr bedeckten Zellen und Fasern genau und deutlich zu erkennen. Diesem Uebelstande habe ich dadurch begegnet, dass ich das Präparat abwechselnd mit Alkohol, Aether und Wasser abwusch, wodurch die ausgeflossene und an der Luft zum Theil verdickte Milch grösstentheils entfernt wurde. Dasselbe Verfahren ist auch bei der Untersuchung der Phanerogamen sehr zweckmässig. Agaricus torminosus zeigt übrigens die Milchzellen auch, aber weniger deutlich.

Ueber die Milchzellen der Phanerogamen sind sehr schöne Untersuchungen „von einem Ungenannten“ in der „Botanischen Zeitung“, 1846, Sp. 833 fg. mitgetheilt und durch vortreffliche Zeichnungen erläutert worden. Er hat besonders Pflanzen aus den Familien der Apocyneen, Asclepiadeen, Moreen, Urticeen, Papaveraceen, Cichoraceen, Campanulaceen, Lobeliaceen, Cucurbitaceen, Euphorbiaceen, Aroideen und Sambucus nigra darauf untersucht. Sie ist jedenfalls die beste Arbeit, die wir bisher über diese Zellen (die von den meisten Physiologen gar nicht für Zellen gehalten, und desshalb auch Milchgefässe genannt werden) erhalten haben, wesshalb ich besonders darauf verweise. Nur muss ich darauf aufmerksam machen, dass der „Ungenannte“ den Begriff der „Milchgefässe“ nur auf die dünnhäutigen Milchzellen beschränkt, während nach der Entwickelungsgeschichte auch diejenigen mit hierher gerechnet werden müssen, deren Wand sehr dick und aus mehrern Schichten besteht, wie die der Bastzellen [3]).

§. 439.

Bildung der Gelinzellen mit einem oder mehreren festen Kernkörperchen. Urbildungen, welche die Ent-

stehung der hierher gehörenden Bildungen zeigen, sind mir nicht bekannt. Wir können daher diese Zellenbildung nur in schon fertigen Organismen beobachten. Man kann auch hier homogene und körnige Zellenkerne unterscheiden, aber die ausgeschiedenen Körnchen der letztern sind bisweilen so gross, dass dieselben selbst wieder als einzelne Zellenkerne gelten könnten. Der Zellenkern enthält in allen diesen Fällen, wenigstens theilweise, eine von den Proteïnsubstanzen, die aber meist mit mehr oder weniger festen, homogenen oder körnigen Schleimmassen aus der Cellulosereihe gemischt sind; sehr häufig ist Amylon, Oel, Harz und eine färbende Substanz dabei. Der Vorgang ist bei der Zellenbildung verschieden, je nachdem der feste Zellenkern schon fertig, oder erst noch gebildet wird. Ist schon ein fester Zellenkern vorhanden, so theilt er sich in zwei bis drei oder mehr Theile. Man kann diese Theilung des Zellenkerns besonders leicht bei den höhern Algen, namentlich bei der Entstehung der Samen- oder Keimzellen (Sporen) beobachten; ich habe in meiner „Phycologia generalis“ eine grosse Anzahl solcher Fälle auf Tab. 44. 45. fg. abgebildet. Ist die Theilung des Kernes eingetreten, dann entfernen sich die Theile immer mehr von einander, indem sich gallertartige Gelinsubstanz zwischen ihnen ansammelt, welche sich zuletzt um jeden der beiden Kerne deutlicher begrenzt. Ich vermuthe, dass die Ausscheidung und Ansammlung der Gelinsubstanz zwischen den beiden Kernhälften überhaupt die Ursache der Theilung ist, aber es lässt sich das nicht direct beobachten.

§. 440.

Wo der feste Zellenkern sich erst bildet, geschieht es auf die Weise, dass die Moleküle oder festern Körnchen u. s. w., die sich schon ausgeschieden haben, haufen- oder gruppenweise zusammentreten, sich immer dichter an einander drängen, die zwischen ihnen befindliche gallertartige oder schleimige Gelinmasse ausdrücken, welche sich dann um die Körnergruppe u. s. w. herumlagert und zu einer Haut verdichtet. Ich werde diesen Vorgang an mehreren Beispielen näher betrachten.

a) Bei Vaucheria Dillwynii. (Sporenbildung.) Diese Alge wächst nicht im Wasser, sondern auf feuchtem Erdboden, gewöhnlich in Gemüse- und Blumengärten, auch auf Aeckern. Der grüne Inhalt ihrer Zellen ist weniger flüssig, als bei Vaucheria clavata (§. 438). Eine Abbildung davon habe ich in meiner „Phycologia generalis“, Tab. 15. IV. geliefert. Es bildet sich

auch hier am Ende eines Schlauches eine längliche Tochterzelle, indem ein Theil des grünen körnigen Inhalts sich enger zusammenzieht und eine gelinose Schleimhülle bekommt; ist dieser Zeitpunkt eingetreten, dann zieht sich die anfangs lange und cylindrische Zelle immer weiter zusammen, bis sie kugelförmig geworden (l. c., Fig. b. a.), worauf sie die Mutterzelle, welche an dieser Stelle zerreisst, oder sich theilweise auflöst, verlässt.

Bei derselben Alge habe ich schon früher eine ähnliche Zellenbildung beobachtet und in den „Natuurk. Verhandelingen u. s. w., 1841" mitgetheilt. Der Unterschied dieser Zellenbildung von der vorigen besteht darin, dass sich der körnige Zelleninhalt nach den Enden zu noch innerhalb der Mutterzelle in viel kleinere, kugelförmige Häufchen sondert, welche sich in der Schlauchzelle aneinander reihen. Man kann die allmälige Entstehung dieser Körnerhäufchen fast in jedem Aste einer solchen Pflanze von der Basis an bis zur fertigen Entwickelung der Zellenmembran in der Spitze, und zwar in allen möglichen Entwickelungsstufen, beobachten. Ich habe sie in der angeführten Schrift auf Tab. O. abgebildet und füge hier nur noch hinzu, dass diese Beobachtung nicht eine einzelne ist, sondern dass ich sie mehrere Jahre hintereinander — auch in letzterer Zeit — wiederholt habe. Es entsteht durch diesen eigenthümlichen Zellenbildungsprocess eine Algenform, welche ich in meinen phykologischen Schriften als Gongrosira dichotoma aufgeführt habe.

b) Bei Oedogonium capillare. Es findet hier bei der sogenannten Sporenbildung in den betreffenden Zellen zuerst eine bedeutende Vermehrung der festen Theile des Zelleninhalts Statt, wodurch dieselben unter dem Mikroskope ein sehr opakes Ansehen bekommen. Ist die Bildung des Zelleninhaltes beendigt, dann ziehen sich die festern, grün gefärbten proteïnhaltigen Körner dichter zusammen und pressen die gelinosen Schleimtheile heraus. Diese umgeben den kugeligen Kern anfangs in flüssiger Form, erhärten aber allmälig zu einer Zelle, an welche sich dann bei weiterer Entwickelung noch eine zweite gleichartige, aber weichere, als innere Verdickungsschicht anlegt. Gleichzeitig aber geht die Farbe des Zelleninhalts aus Grün in Braun über. In der „Phycologia generalis", Tab. 12. Fig. II. 3. f. d. a. habe ich diesen Vorgang abgebildet.

Aehnlich verhält es sich auch bei der Bildung der Keimzellen der Spirogyren, Zygnemaarten und vielen andern Algen.

§. 441.

Alle diese Fälle liefern kugelartige oder eiförmige Zellen. Die langen Bastzellen, welche sich an ihren Enden mehr oder weniger zuspitzen, entstehen auf folgende Weise. In den Intercellularräumen anderer Zellen, welche in Längsreihen geordnet stehen, scheidet sich — wie bei der Bildung der Milchzellen — bei hinreichendem Saftvorrath ein Gemisch von Proteïn- und Gelinschleim aus, welchen die benachbarten Zellen liefern. Diese ausgeschiedenen Massen sind consistenter, als bei den Milchzellen; sie scheiden sich auch sogleich weiter bei ihrem Austritt, indem die Proteïnsubstanz sich zu einem soliden langen Kern ansammelt und verdichtet, während die Gelinmasse sich rings herum lagert, anfangs sehr weich und gallertartig ist und sich fast ebenso eng an die Wände des Intercellularraums anschliesst, als die Zellenwand der Milchzellen, daher auch die Bastzellen äusserlich sehr häufig dieselben Abdrücke der benachbarten Zellen zeigen, wie die Milchzellen. So entsteht in demselben Raume eine Bastzelle nach der andern, und so erzeugen die ältern Bastzellen auch jüngere zwischen sich selbst u. s. w. Ich habe diese Zellenbildung besonders bei der Untersuchung der Bast- und Gefässbündel in den jungen Weinbeeren gefunden, indem ich aber vorher schon die gleiche Bildung ähnlicher Gelinzellen bei den Seealgen — namentlich bei den Polysiphonien, Lophura, Cystoclonium purpurascens und vielen andern Formen, die ich in der „Phycologia generalis" abgebildet habe — deutlicher beobachtet hatte, weil hier die geschilderten Vorgänge weniger versteckt sind.

Bei den Phanerogamen habe ich ausserdem noch die schleimige Altheewurzel zu dieser Untersuchung geeignet gefunden. Es kommen hier Fälle vor, wo man den seitlichen Zusammenhang eines langgestreckten Zellenkernes mittelst eines sehr zarten Fadens leichter, als bei andern Phanerogamen, bemerken kann. Auch bemerkt man an den Bastzellen der Altheewurzel die Abdrücke der benachbarten umgebenden Zellen ebenso, als bei den Milchzellen.

Gleichsam verkürzte Bastzellen, welche später, als die grössern durchlöcherten, mit Spiralfibern versehenen Parenchymzellen entstehen, und von diesen durch Absonderung gebildet werden, kommen in den Blättern von Sphagnum vor. Sie sind auf Tab. 12. Fig. 8. a. abgebildet. Sie besitzen einen soliden granulosen und schwach gefärbten Zellenkern.

§. 442.

Nach der Betrachtung der Gelinzellenbildung aus flüssigen und festen soliden Zellenkernen kommen wir zur Untersuchung derjenigen Zellen, deren Form zu den mehr oder weniger complicirten gehört. Die mannigfachen Verschiedenheiten, welche sich hier vorfinden, lassen sich zunächst auf zweierlei zurückführen, nämlich auf diejenigen, welche 1) auf den Zellenkern und 2) auf die Zellenhülle bezogen werden müssen.

§. 443.

Complicirte Formen des Zellenkerns.

a) Durch Hohlwerden desselben. Die Zellen mit einfachem soliden Zellenkern, welche wir in den §§. 440 und 441 betrachtet haben, gleichviel ob dieselben grün gefärbt sind oder nicht, werden, wenn dieselben sich weiter entwickeln und dabei vergrössern, nach und nach hohl, d. h. der innere Raum desselben wird flüssig, während die begrenzende Fläche eine mehr oder weniger feste, gewöhnlich aber sehr zarte Haut bildet. War der Zellenkern grün gefärbt, so ist es auch die Haut, welche eine besondere innere Proteïnzelle um den flüssigen innersten Kern bildet. Solche gefärbte innere Proteïnzelle kommt bei vielen Algen vor, namentlich bei den Gattungen Ulothrix (Tab. 14. Fig. 4. a.), Draparnaldia, Mougeotia und vielen andern. Bei den kleinern Ulothrixarten wird der Zellenkern nicht hohl, sondern nur bei den grössern. Dieser hohle Zellenkern ist leicht daran zu erkennen, dass er durch Behandlung mit Alkohol oder durch Trocknen einschrumpft. Auch bei normaler Entwickelung kommt ein theilweises Zusammenziehen desselben vor, wodurch derselbe verschiedene Gestalten annimmt. Bei Draparnaldia haben die kleinern Astzellen solide, die grössern Stammzellen hohle Zellenkerne und diese bilden durch Contraction scheinbare Querbinden. Ob jedoch hier die gefärbte Proteïnmembran die äusserste des Zellenkerns ist, oder ob noch eine zartere farblose dieselbe überzieht, habe ich bei den genannten Formen noch nicht ermitteln können, ich vermuthe es aber. Nur bei Mougeotia (Tab. 14. Fig. 6.) habe ich mich überzeugt, dass über der chlorophyllhaltigen noch eine farblose, sehr zarte Proteïnhaut vorhanden ist, welche die innere Wand der Gelinzelle auskleidet. Sie kommt zum Vorschein, wenn man die Alge mit Jodintinctur behandelt. Sonst bemerkt man hier Nichts weiter. Bei den höhern Algen, wie z. B. den Heterocarpeen, kommen diese Erscheinungen sehr häufig — oft in einer

Pflanze unmittelbar neben einander und mit unmerklichen Uebergängen aus soliden Zellenkernen in hohle — vor. Die soliden Kerne sind dann meist aussen, oder in der Mitte und die von ihnen gebildeten Zellen haben ein geringes Lumen. Ebenso verhalten sich die Bastzellen, wo auch diejenigen mit grösserm Lumen einen hohlen Zellenkern aufzuweisen haben, der beim Trocknen einschrumpft. Ich habe solche Uebergänge aus einer Weinbeere (Tab. 6. Fig. 1. c.) dargestellt.

§. 444.

b) Durch den *Schleiden'schen* Cytoblasten. Wenn bisher in botanischen Schriften vom Zellenkern die Rede war, so ist damit gewöhnlich der *Schleiden'sche* Cytoblast gemeint worden. Dieser entsteht, wie alle übrigen Zellenkerne, durch Aggregation von proteïnhaltigen Molekülen. *Schleiden* hat seine Entstehung besonders im Albumen von Chamaedorea Schiedeana, Phormium tenax, Colchicum autumnale, Pimelea drupacea und „vielen Papilionaceen" beobachtet. In der bildungsfähigen Flüssigkeit zeigen sich unter kleinern auch einige grössere proteïnhaltige Körnchen, welche *Schleiden* Kernkörperchen (nucleoli) nennt; um diese häufen sich die andern Körnchen allmälig an, indem sie mehr oder weniger zusammenfliessen und so eine dickere oder dünnere Scheibe bilden. Liegen zwei oder drei solcher Scheiben neben einander, so fliessen sie mitunter ebenfalls zu einem zusammen. So bildet sich der „Cytoblast", welcher in jüngern Zellen häufig convexer, körniger und mit soliden Kernkörperchen versehen ist; in ältern Zellen ist er gewöhnlich flacher, homogener und das Kernkörperchen hohl. Er ist übrigens sehr häufig in jungen Zellen der Phanerogamen anzutreffen. Die Zellenbildung geht nun auf die Weise vor sich, dass sich zunächst, wie bei den früher besprochenen Zellen, eine gelinose Schicht um denselben zeigt, welche sich zur Membran verdichtet, deren Consistenz und Dicke verschieden ist. Ist diese Membran fertig, so entfernt sie sich in einem grossen Theile von dem Cytoblasten, indem sie sich erweitert und der letztere nur an einer kleinen Stelle mit der Membran in Verbindung bleibt, so dass er hierdurch eine laterale Lage in der Zelle einnimmt. Doch gibt es auch einzelne Fälle — wie z. B. bei Zygnema und Spirogyra — wo der Cytoblast eine centrale Stellung in der Zelle hat (Tab. 14. Fig. 2.). Eine anderweite Erscheinung, welche mit dem Auftreten des Cytoblasten verbunden ist, sind die Strömchen, welche von demselben ausgehen. Diese Strömchen werden auch von

proteïnhaltigen Molekülen gebildet, welche in einer zähen Flüssigkeit langsam um den Cytoblasten, dann von da in einfachen oder verästelten Radien nach der Zellenwand sich bewegen, hier aber in ein besonderes System netzförmig verschlungener Wandströmchen übergehen. Diese Wandströmchen bilden eine siebförmig durchbrochene Proteïnhaut unmittelbar unter der Gelinmembran und sie sind eigentlich als die äusserste Grenze des Zellenkernes anzusehen, welche einestheils mit dem Cytoblasten unmittelbar, anderntheils durch die radialen Strömchen in Verbindung stehen. Ich muss jedoch bemerken, dass die Strömchen erst dann recht deutlich gesehen werden können, wenn sie in einen gewissen Grad der Erstarrung übergegangen sind. In den erstarrten Strömen ist aber die Bewegung der Moleküle nicht mehr zu bemerken. Ueberall wo man die Bewegung der Wandströmchen einigermaassen deutlich sieht, wie z. B. bei den Zellen der beerenartigen Frucht von Symphoricarpos racemosa und besonders in den Brennhaaren der Urticaarten (Tab. 10. Fig. 7.), ist das Stromnetz sehr weitläufig. Wo es wie bei Symphoricarpos sehr fein zertheilt ist (die Breite und Verbindungen der Ströme sind hier nämlich bei den neben einander liegenden Zellen verschieden), da habe ich die Strömung in der noch lebenden Zelle nicht sehen können, obschon Jodintinctur die Schleimströmchen erstarren und so der Betrachtung zugänglich macht.

Die radialen Ströme werden überhaupt erst deutlich sichtbar, wenn bei ihnen ein niederer Grad der Erstarrung schon eingetreten ist. Die Erstarrung schreitet vom Cytoblasten nach der Peripherie vor, so dass die Radien bei noch wachsenden Zellen — deren Ausdehnung von dem Wachsthum der Radien abhängig ist — an ihrem äussersten Ende noch flüssig (und daher hier schwer oder gar nicht zu sehen), während sie nach dem Cytoblasten zu ganz deutlich wahrzunehmen sind. Dass sie wirklich bis zur Wand gehen, ja dieselbe durchbrechen und jenseits ihre Bewegung fortpflanzen, beweist die Untersuchung der fertigen Zellen, wo man die Enden der Radien bis dahin genau verfolgen kann, weil sie in der fertigen Zelle ebenfalls bis dahin erstarren. Ich werde die einzelnen Beispiele hierzu anführen (§. 445—456).

§. 445.

1. Beispiel. Keimzellenbildung bei Anthoceros laevis. Tab. 5. Fig. 3. In einer jungen Gelinmutterzelle zeigt sich anfangs ein Cytoblast (a.) mit sichtbaren radialen Strömchen; daraus

werden dann durch Theilung desselben zwei (b.), drei (c.) bis vier (d. e.). Da wo die Enden der Strömchen an einander stossen, begrenzen sie sich gegenseitig, indem an dieser Stelle jeder Cytoblast eine Wandströmung um sich herum erzeugt. Der Cytoblast scheint dabei späterhin zu schwinden (Fig. g.); in solchen Fällen, wo die Wandströmung nicht ordentlich zur Entwickelung kommt (f.), ist er auch noch deutlich zu sehen. Die so entstandenen und vergrösserten Kernkörperchen sind auf ihrer Oberfläche ebenfalls mit kurzen Radien besetzt, welche später zu den kleinen Stacheln erhärten, womit die sogenannte „Sporenhaut" bei diesen Keimzellen versehen ist. Zwischen den Abtheilungen dieser Körperchen, deren Radien anfangs an einander stossen (Fig. g.), sammelt sich nun ein flüssiger Gelinschleim, der sie deutlicher von einander trennt (Fig. k.) und dann um jeden einzelnen Kernkörper zur Zellenhülle erhärtet. Dieser Zeitpunkt gibt sich durch trennende Linien (Fig. i.) zu erkennen. Es ist dabei noch bemerkenswerth, dass die Mutterzelle in diesen letzten Stadien anfängt sich von innen nach aussen zu erweichen (e — i.) und zuletzt ganz aufzulösen. Auch die Gelintochterzellen, welche in Fig. i. zu sehen sind und die weichstachelige Proteïnhülle einschliessen, lösen sich bei völliger Reife der Keimzellen (wobei sich die Proteïnhülle verdickt) wieder auf, so dass die letztern in der That ausserhalb von einer Proteïnhülle umschlossen werden, welche der Einwirkung der stärksten Säuren (wie alle erstarrten Proteïnbildungen) trotzt. Die siebförmige Durchlöcherung der Membran ist eine Folge der netzförmigen Wandströmung. Ich werde hierauf später noch einmal zurückkommen [4]). Vergl. §. 486.

§. 446.

2. Beispiel. Junge Parenchymzellen in der unreifen Fruchthülle bei Atropa Belladonna. Tab. 6. Fig. 3. — Die Abbildung zeigt grosse Parenchymzellen aus Gelinsubstanz. Vom Cytoblasten gehen zarte radiale und zum Theil erstarrte Strömchen aus, die sich bisweilen verzweigen. Man sieht, dass die Spitzen der Strömchen benachbarter Zellen zusammenstossen. Sowol der Cytoblast als auch die erstarrten Strömchen sind mit Chlorophyllkörnchen bedeckt. In der Zelle a. sind die innern Theile zerfallen und die zerstreuten Moleküle zeigen Molekularbewegung (§. 168).

§. 447.

3. Beispiel. Junge Parenchymzellen aus einer noch nicht reifen Weinbeere. Tab. 6. Fig. 1. d. Die eine Zelle

zeigt deutlich den wandständigen Cytoblasten; die radialen Strömchen verzweigen sich und sind an den Stellen, wo die Zweige ausgehen, etwas verdickt. Sie sind, wie der Cytoblast mit einzelnen Chlorophyllkörnchen besetzt.

Aehnliches zeigen die Parenchymzellen der Frucht von Symphoricarpos racemosa (Tab. 5. Fig. 5. a.) und Berberis vulgaris (Tab. 8. Fig. 8. a.).

§. 448.

Diejenigen erstarrten Wandströmchen, welche ein dichteres Netz bilden, sind von *Mohl* mit unter dem Namen Primordialschlauch begriffen worden; diese Benennung ist aber auch der äussern Proteïnhaut hohl gewordener Zellenkerne beigelegt worden. Das hautartige Netz der mehr oder weniger erstarrten Wandströmchen ist, mit wenigen Ausnahmen, ohne Anwendung chemischer Hilfsmittel nicht zur Anschauung zu bringen. Die Haut ist farblos und überzieht die innere Gelinzelle, sich an deren Wand unmittelbar und innig anschliessend.

4. Beispiel. Auf Tab. 5. Fig. 5. b. ist dieses Proteïngewebe dargestellt, wie es sich in dem Merenchymzellen der Beeren von Symphoricarpos nach der Behandlung mit Jodintinctur darstellt; in Fig. c. zeigt es sich nach der Behandlung mit concentrirter Schwefelsäure in ein zerrissenes Netz zusammengeschrumpft und von dunkelbrauner Farbe.

5. Beispiel. Die Parenchymzellen in den Beeren der Berberis vulgaris, welche auf Tab. 8. Fig. 8. b. c. dargestellt sind, zeigen das Proteïngewebe viel dichter, so dass dasselbe eine wahre innere Proteïnzelle bildet, welche übrigens bei allen jungen Hohlzellen auch schon mittelst Alkohol zum Vorschein kommt, weil sie sich zusammenzieht.

§. 449.

6. Beispiel. Wenn man Zellengewebe aus einem Blattstiel von Beta vulgaris mit Salpetersäure kocht, so lösen sich die Zellen sehr leicht von einander ab, werden sehr klar und durchsichtig, ohne dass die innern Zellenströmchen, welche erstarrt sind, verändert werden; die Wandströmchen müssen hier sehr dicht sein, denn die Haut der Proteïnzelle zeigt nur sehr kleine Moleküle, welche in spiraligen und sich kreuzenden Linien stehen (Tab. 6. Fig. 4. b.). Bei der danebenstehenden Figur a. ist nur das innere Gewebe mit dem Cytoblasten abgebildet; es zeigt vielfache Verästelung und Anastomosen, ebenso bei c. eine heraustretende Proteïnfaser, welche sich in den benachbarten Intercellulargängen befand.

7. Beispiel. Auf derselben Tafel Fig. 2. ist eine Zelle aus einem trocknen Blattstiel einer Musa dargestellt, welche wieder aufgeweicht und mit Jodintinctur behandelt wurde. Sie zeigt die steifen erstarrten Strömchen sehr zahlreich und wie Spinngewebefäden durcheinander, ohne Zellenkern. Man kann übrigens hier dieses Gewebe auch ohne Anwendung der Jodintinctur schon sehen.

§. 450.

8. Beispiel. Tab. 7. Fig. 1. Zellengewebe aus der Zittwerwurzel (Curcuma Zedoaria *Roxb.*). Die Zellen des Parenchyms enthalten viel Stärkmehl und zwischen ihnen finden sich einzelne grössere mit gelbem ätherischen Oele gefüllt (a.). Wenn man einen Abschnitt dieser Wurzel mit Salpetersäure kocht, so wird das Stärkmehl aufgelöst, die Zellen treten sehr deutlich hervor und lassen inwendig das Gewebe der Proteïnfasern erkennen, welches die einzelnen Stärkekörperchen einhüllte (Fig. b.). Werden diese Zellen mit Ammoniakflüssigkeit behandelt, so werden die Proteïnfasern deutlich gelb; behandelt man aber die Zellen vorher mit Aetzkalilauge, so werden die Fasern nur grösstentheils gelöst.

§. 451.

9. Beispiel. Auch bei den Maiskörnern sind die Stärkekörperchen einzeln von einer Proteïnhülle umgeben; dieses Proteïngewebe habe ich Tab. 7. Fig. 3. b. abgebildet und man erhält es ebenfalls zur Ansicht, wenn man einen feinen Schnitt aus dem Eiweisskörper dieses Samens mit kochender Salpetersäure, oder auch mit concentrirter Schwefelsäure behandelt und mit Wasser auswäscht, bis alle Stärke zerstört ist.

§. 452.

10. Beispiel. Fast noch ausgezeichneter, als die bisherigen Fälle, zeigt das innere Proteïngewebe die Altheewurzel. Es ist gleich, ob man sie trocken oder frisch anwendet. Auch hier muss die Wurzel vorher zur Entfernung des Stärkmehls mit Salpetersäure ausgekocht werden. Man sieht dann das Gewebe der Proteïnfasern innerhalb der Zelle, wie ich es Tab. 7. Fig. 4. a. dargestellt habe. Aber es kommen auch vielfach gekrümmte und ästige Proteïnfasern in den Intercellularräumen vor, welche mit denen innerhalb der Zellen zusammenhängen und jedenfalls eine Fortsetzung derselben sind. Obschon diese Bildungen auch ohne Weiteres mit einem guten Mikroskope gesehen werden können, so kann man sie jedoch noch deutlicher und bequemer sehen,

wenn man das Präparat mit Jodintinctur behandelt. Fig. b. und c. sind die Intercellularfasern, welche unter andern Umständen und bei gehörigem Vorrath von Gelinsubstanz gewiss die Kernkörper für Bast- und Holzzellen abgegeben hätten.

§. 453.

Auffallende Bildung des Zellenkerns bei den Zygnemeen, Cladophoren und noch einigen andern Fällen.

11. Beispiel. Primula sinensis. Tab. 10. Fig. 1. — a. b. sind Zellen aus dem Blattstiel dieser Pflanze. Die erste Zelle zeigt bei a. den Cytoblasten, dessen Strömchen sich mit den Strömchen einer Anzahl anderer Cytoblasten (?) vereinigen und verschlingen, welche jedoch mit ausgezeichnet schönen Chlorophyllkörnern besetzt sind, während der erste frei davon ist. — Die zweite Zelle b. zeigt keine Cytoblasten; sie ist mit Jodintinctur und Schwefelsäure behandelt und zeigt deutlich wie einige Ströme von dem hohlen Zellenkerne heraustreten zur Nachbarzelle und dadurch die Gelinzelle durchbohren, was aber schon vor der Bildung der Gelinzelle mit dem Gelinschleim der Fall gewesen. Die Figuren c. d. e. sind junge Haarzellen vom Blattstiel derselben Pflanze, welche den Cytoblasten und die von ihm ausgehenden Strömchen auch hier zeigen.

§. 454.

12. Beispiel. Spirogyra decimina. Tab. 14. Fig. 2. Von den grünen Spiralbändern sind die mittlern nicht gezeichnet, um den Cytoblasten, der hier gleichsam im Centrum der Zelle mittelst der von ihm ausgehenden Strömchen aufgehängt ist, deutlicher zur Anschauung zu bringen. Der Zellenkern, um welchen sich die Gelinzelle legt, besteht aus folgenden Theilen: 1) dem Cytoblasten mit seinen radialen Strömchen, welche 2) an der innern Gelinwand in sehr zarte Wandströmchen übergehen, die eine sehr zarte netzförmige Haut aus Proteïnstoff bilden, 3) unmittelbar unter dieser Haut kommt eine dickere Schicht, welche durch Chlorophyll grün gefärbt ist und ebenso aus Proteïn, als andern Substanzen aus der Cellulosereihe besteht; unter diesen letztern scheiden sich besonders deutlich Stärkekörnchen aus, welche in der anfangs ziemlich continuirlichen Schicht sich in spiralige Reihen ordnen; diese Reihen treten dann mehr oder weniger aus einander und die ganze Schicht zertrennt sich in ein spiraliges Band, dessen Ränder durch die zähe Beschaffenheit der Substanz in Folge dieser Trennung zackig zerreissen. Ich

habe diesen Vorgang früher bei Spirogyra quinina beobachtet und davon in der „Phycologia generalis“, Tab. 15. I. eine Abbildung gegeben. Die zerrissenen Ränder der neben einander liegenden Spiralbänder correspondiren in so fern mit einander, als die Zacken der benachbarten Ränder sich gegenseitig berühren, oder wenigstens nahe stehen, was man auch in der Abbildung der Spirogyra decimina Tab. 14. Fig. 2. bemerkt. Es ist sehr wahrscheinlich, dass zwischen den zackigen Rändern der Spiralbänder Strömchen vorkommen. An den grünen Spiralbändern scheiden sich oft noch helle Oeltröpfchen aus, deren Vermehrung jedesmal ein Verschwinden des zackigen Randes des Spiralbandes zur Folge hat. Diese Oeltröpfchen bilden sehr schöne Vacuolen an den Bändern. Der übrige Theil der Zelle ist mit farblosem wässerigen Safte erfüllt.

§. 455.

13. Beispiel. Zygnema cruciatum. Tab. 14. Fig. 1. In einer Zelle befindet sich ein Zwillingscytoblast, dessen beide Hälften durch ein isthmusartiges Stielchen vereinigt sind, welches ein Kernkörperchen erkennen lässt. Die nach der Wand gehenden, zum Theil erstarrten radialen Strömchen sind, wie der dunkle Hauptkern, durch Chlorophyll grün gefärbt. Bei der Zellenvermehrung theilt sich hier nicht der Cytoblast am Isthmus, sondern die Theilung geht durch die Mitte jeder der beiden Zwillingskörper, senkrecht gegen die Längenaxe des cylindrischen Gliedes. Auch hier entstehen häufig Molekularbewegungen in der Zelle durch Auflösung der radialen Strömchen, von der Spitze zur Basis.

§. 456.

14. Beispiel. Cladophora flavescens. Tab. 14. Fig. 3. Ein Cytoblast in der Weise wie bei Zygnema und Spirogyra ist hier noch nicht nachgewiesen, wol aber Wandströmchen von proteïnhaltiger Substanz, wie bei Zygnema. Unter diesen kommt ein System von körnigen Substanzen, welche theils aus Amyl, theils aus Proteïn bestehen, vor. Letztere sind schwach grün gefärbt, umhüllen die Amylkörnchen und verbinden sie zu Spiralreihen, welche sich durchkreuzen. Der übrige Inhalt der Zelle ist farblos, flüssig und homogen.

§. 457.

Weitere Vorgänge, welche man bei den complicirten Formen des Zellenkernes wahrnimmt und zu betrachten sind, beziehen

sich theils auf die Bewegungen der in ihm enthaltenen Flüssigkeit, theils auf die Bildung von Amylkörperchen, welche die Höhlungen des innern Zellenkerns ausfüllen. Der Zellenkern geht nach unserer Feststellung da an, wo die innere Grenze der Gelinzelle ist. Die eigentliche Zellenflüssigkeit ist daher, wo sie vorhanden, nicht unmittelbar von der Gelinzelle, sondern von der Proteïnzelle eingeschlossen, welche die innere Gelinzelle auskleidet; sie gehört mit zum Zellenkern, wie Alles, was die Proteïnhaut einschliesst. Bewegungen müssen überall stattfinden, wo Gebilde entstehen; aber sie sind nicht immer beim organischen Process unmittelbar zu beobachten, theils weil sie bei sehr verdickten Flüssigkeiten zu langsam von Statten geht, theils weil in leicht beweglichen Flüssigkeiten die Bewegung der flüssigen Moleküle an sich nicht sichtbar ist. Nur wenn in bewegten Flüssigkeiten freie starre Körperchen schwimmen, welche von der Bewegung mit fortgerissen werden, kann dieselbe deutlich wahrgenommen werden. Es sind mehrere Fälle bekannt, wo dies stattfindet, und unter diesen zeichnet sich die Zellenflüssigkeit bei den Charen, Vallisneria spiralis und der Wurzelhaare von Hydrocharis morsus ranae aus. Sie ist aber auch noch bei mehreren andern Wasserpflanzen, welche zur Familie der Najaden und Hydrocharideen gehören, beobachtet worden. Bei der Charenfamilie wählt man am besten die durchsichtigen Nitellaarten aus.

§. 458.

Bewegung des Zellensaftes in Nitella flexilis. Nach den neuesten Untersuchungen *Goeppert's* und *Cohn's* („Botan. Zeitg." 1849, Sp. 665 fg.) besteht der Inhalt der Nitellazelle — also der Zellenkern — 1) „aus der zum Theil im Protoplasma eingebetteten Chlorophyllschicht, die wieder aus zahllosen, Amylum enthaltenden Bläschen besteht; 2) aus der in unmittelbarer Rotation begriffenen, dickflüssig gallertartigen Protoplasmaschicht, die unzählige kleine Körnchen, einzelne stabförmige und Wimperkörperchen, zahlreiche Amylon- und Chlorophyllkügelchen und wasserhelle Bläschen enthält". 3) „Aus dem eigentlichen schleimig-wässerigen Zellsaft, der nur durch Berührung mit der rotirenden Protoplasmaschicht um sich selbst gewälzt wird, und sehr zahlreiche wasserhelle Bläschen, unregelmässige Scheiben aus verschiedenen Stoffen und Wimperkörperchen einschliesst". Was die Verf. nach dem Vorgange *v. Mohl's* Protoplasma nennen, ist ein mehr oder weniger schleimartiges Gemenge von Proteïn mit verschiedenen Substanzen der Cellulose-

reihe. Die Verf. sagen ferner, dass die rotirende „Protoplasmaschicht“ dem Primordialschlauch *v. Mohl's* entspreche. Dieser Meinung kann ich nicht beitreten, weil das Kennzeichen des „Primordialschlauchs“ eben darin besteht, dass derselbe die innere Wand der eigentlichen Zelle unmittelbar auskleidet. Diese Auskleidung von Seiten einer Proteïnhaut, an deren innerer Fläche die Chlorophyllkügelchen in spiraligen Reihen sitzen, ist auch bei Nitella vorhanden. Sie entspricht vielleicht den oben besprochenen netzförmigen Wandströmchen, die hier durch die Chlorophyllkörnchen bedeckt werden. Die Rotationsschicht ist daher die dritte Schicht des Zellenkerns (von Aussen nach Innen); die vierte Schicht ist die innerste; sie bildet gleichsam einen Schleimkörper, um welchen herum die Rotationsströmung der dritten Schicht stattfindet. Die Strömung bildet eine aufsteigende und absteigende Spirale, so, dass in der ganzen Pflanze die sich entsprechenden Stromrichtungen auf einer Seite liegen. Wo zwei Zellen zusammenstossen, besitzen die an der Scheidewand verlaufenden Ströme eine entgegengesetzte Richtung. Unterbindet man eine lange Nitellazelle mit der nöthigen Vorsicht, so theilt sich der Strom in derselben Weise, als wenn zwei Zellen entstanden wären.

§. 459.

Bewegung des Zellensaftes in andern Pflanzen. Bei den übrigen Pflanzen ist die Bewegung des Zellensaftes nicht spiralig, sondern ellipsoidisch, indem sie an einer Seite der Zellenwand hinauf und an der andern hinabgeht. Die Zellen der Wurzelhärchen von Hydrocharis zeigen wegen ihrer Klarheit das Phänomen sehr schön. Bei Vallisneria eignen sich am besten die Zellen des untern Blatttheils. Man macht einen Schnitt, parallel der Blattfläche, und bringt denselben unter das Mikroskop. Die Bewegung wird zwar durch den Schnitt momentan unterbrochen, beginnt aber in kurzer Zeit von Neuem. Auch hier ist die rotirende Flüssigkeit die dritte Schicht des Zellenkerns, nur sind hier die Chlorophyllkörnchen nicht so dicht auf der innern Wand der Proteïnzelle gelagert. Die Richtung des Stromes ist auch ziemlich unbestimmt; man trifft Zellen an, welche im Vergleich mit ihren Nachbarn bald dieselbe, bald eine entgegengesetzte Richtung des Stromes zeigen.

§. 460.

In Bezug auf Nitella muss ich noch bemerken, dass die Rotationsschicht von der äussersten Proteïnhaut bei ganz jungen Zellen nicht durch eine Chlorophyllschicht getrennt ist, diese

vielmehr sich erst später dazwischen schiebt. Dieser Umstand macht es mir wahrscheinlich, dass die in den Brennhaaren der Nesseln vorkommenden Ströme nicht der äussersten Wandströmung angehören, sondern eine zweite innere Schicht ausmachen, welche der Rotationsschicht bei Nitella und ähnlichen Fällen entspricht. Die Strömung hat in den Brennhaaren ebenfalls eine spiralige Richtung.

§. 461.

Wo der innere Raum des Zellenkerns sich auf eine andere Weise gestaltet und wo namentlich fadenförmige, verästelte und anastomosirende Proteïnformen auftreten, die später erhärten, da scheiden sich zwischen ihnen auch andere Substanzen aus, welche bei den saftigen Früchten und Wurzeln der Pectinreihe, bei andern aber der Amyl- oder Inulingruppe angehören. Die Pectinsubstanzen besitzen keine solchen Formen, welche man unter dem Mikroskope erkennen kann. Beim Inulin und Amylon ist dies aber der Fall. Beide sind übrigens oft mehr oder weniger mit Oeltröpfchen vermischt, oder auch, wie im Albumen oder den Cotyledonen öliger Samen, durch das Oel vertreten.

Ueber das Inulin habe ich in §. 400 mich schon so hinreichend ausgesprochen, dass ich über dessen Form Nichts weiter zu berichten habe.

Ueber die Formen des Amylon werde ich mich jetzt verbreiten.

§. 462.

Amylonformen. Der Stoff, den ich im zweiten Buche §. 389 unter dem Namen Amyl abgehandelt habe, kommt in verschiedenen, aber bestimmten Körperformen vor, welche man Amylon oder Stärkekörner genannt hat. Das Amylon ist auf seine Structur schon vielfach untersucht worden; die erste genaue Untersuchung rührt von *Fritsche* her. Unter den neuesten Untersuchungen sind besonders die von *Schleiden* („Grundzüge d. wissensch. Botanik") hervorzuheben. Sie zeichnen sich durch eine solche Gründlichkeit aus, dass ich diesen Mittheilungen nur wenig Eigenes hinzufügen kann. Um die allgemeine Structur dieser Körperchen kennen zu lernen, bedient man sich am besten der Kartoffelstärke. Die kleinsten Gebilde der Kartoffelstärke erscheinen gleich vom Anfang an als feste derbe Kügelchen von sphärischer Form; ihre Substanz ist höchst klar, durchsichtig, homogen und farblos. Das Amyl muss gleich nach seiner Entstehung diese feste Form annehmen, denn man findet es nirgends in der Zelle auf-

gelöst oder flüssig. Werden die Stärkekügelchen grösser, so gehen sie durch ungleiches Wachsthum der verschiedenen Seiten in eiförmige, längliche oder rundeckige Formen über und man bemerkt an diesen Formen, dass sie aus über einander liegenden Schichten oder Schalen bestehen, die sich um einen Kern herumgelegt haben. Die Anzahl dieser Schalen wächst mit der Grösse des Amylonkörpers. Die meisten dieser Körperchen lassen ein dünneres oder mehrere hervorragende stumpfe Enden erkennen, von welchen immer eins den Kern erkennen lässt. Dieser erscheint schon bei sehr kleinen Körperchen als ein dunkler Punkt, welcher immer eine excentrische Lage hat. Er ist mitunter der äussersten Grenze so nahe, dass er selbst in ihr zu liegen scheint. Ich halte diesen dunkeln Punkt für eine Vacuole, welche Luft enthält. Die Schalen, welche sich um diese Vacuole herumlegen, werden unter dem Mikroskop durch zarte Linien von verschiedener Deutlichkeit angezeigt. Diese sind zunächst der Vacuole ziemlich kreisförmig, werden aber, je weiter sie von derselben abstehen, ei- oder ellipsenförmig. Sie laufen sämmtlich in sich wieder zurück, obschon es an den Stellen, wo sie so eng beisammen liegen, dass man sie nicht einzeln erkennen kann, scheint, als endigten sie daselbst. Lässt man die Stärkekörperchen durch Bewegung des Wassers sich drehen und wälzen, so bemerkt man dieselbe Structur, in welcher Lage sich auch dasselbe befinden mag. Diese Erscheinung beweist, dass die erwähnten Linien keine oberflächliche Lage haben, sondern dass sie von einer vielschaligen Structur eines hohlen Körperchens herrühren. Wo die Linien sehr dicht beisammen stehen, sind diese Schalen ungemein dünn; wo sie entfernter stehen, sind sie verdickt. Von dieser schaligen Structur kann man sich besonders leicht überzeugen, wenn man die Cotyledonen der Linsen und Bohnen zur Untersuchung wählt, in welchen das Stärkmehl durch die verhärtete Leguminsubstanz ziemlich fest zusammengekittet wird, so dass man die zartesten Abschnitte mit dem Messer und mit diesen auch immer einzelne Scheibchen von durchschnittenen Stärkekörperchen erhalten kann. Die Höhlung ist bei diesen Amylkörperchen sehr deutlich, und die schalige Bildung lässt sich nicht verkennen (Taf. 7. Fig. 2. b. c.). Ausserdem aber bemerkt man noch hier, dass von der Vacuole aus Porenkanäle nach allen Seiten hin strahlig ausgehen, deren Ende jedoch nicht ganz bis an die äusserste Grenze ganz sicher verfolgt werden kann. Nur bei dem Amylon von Zea Mais habe ich diese Kanäle einige Male bis an die Peripherie genau wahrge-

nommen (Taf. 7. Fig. 3. a.). Man bemerkt bei einem solchen durchschnittenen Stärkekörper ferner, dass die innern Schichten weicher als die äussern sind; ob auch jünger? Ich vermuthe das letztere und schliesse daraus, dass ihre Bildung und weiteres Wachsthum ganz mit der Zellenbildung und dem Zellenwachsthum übereinkommt, dass der Zellenkern hier durch ein Luftbläschen und die Zellenwand durch Amylsubstanz vertreten wird. Die Schalen sind daher Verdickungsschichten der Amylzelle, wie wir sie schon bei der Bassorin- und Gelacinzelle kennen gelernt haben und noch ferner bei der Gelinzelle kennen lernen werden. Solche ähnliche Amylkörperchen, welche die Zellenform besitzen, habe ich aus der Altheewurzel (Taf. 7. Fig. 4. f.), der sogenannten Muskatnuss (Fig. 9.) und aus dem Rhizom von Iris florentina (Fig. 6.) abgebildet. Das Wichtigste bei diesen Formen ist jedoch noch der Umstand, dass man bei allen diejenigen Stärkezellen, welche Porenkanäle zeigen, in einer solchen Lage neben einander findet, dass die Kanäle der einen mit denen der benachbarten Zellen correspondiren; eine Erscheinung, welche wir in der Folge bei der nähern Betrachtung der Gelinzellenwand noch viel häufiger finden werden. Daher kann man diese Amylzellen als Tochterzellen von Gelinmutterzellen betrachten, welche durch ihre Verbindung und Verkittung mittelst der Proteïnsubstanz ein eignes, in einen kleinern Kreis eingeschlossenes Amylzellengewebe bilden. Diese Ansicht wird besonders geweckt und bestätigt durch die Structur des Eiweisskörpers von Zea Mais (Taf. 7. Fig. 3.).

Aber nicht alle Stärkekörperchen zeigen diese zellenartige Form, obschon sie fast sämmtlich eine schichtenartige Structur mehr oder weniger deutlich erkennen lassen. So ist z. B. der Kern bei den plattgedrückten Amylonformen der Zingiberaceen (Tab. 7. Fig. 1. c. aus Alpinia Galanga) nur sehr schwach zu erkennen; bei den auf derselben Tafel abgebildeten Körperchen aus dem Albumen von Avena sativa (Fig. 5.), der Wurzel von Cephaëlis Ipecacuanha (Fig. 8.) und der Sassaparilla (Fig. 7.) ist jedoch gar keiner zu erkennen. Diese Körperchen zeichnen sich jedoch sämmtlich dadurch aus, dass sie sich theilen und zuletzt in Stückchen zerfallen. Ob diese Theilchen wirklich keinen Kern haben, oder ob derselbe wegen seiner Kleinheit nicht zu bemerken ist, kann ich nicht entscheiden. Ich vermuthe das letztere. Sehr merkwürdige Formen des Stärkmehls kommen noch bei Dieffenbachia seguine, im Milchsafte der saftigen tropischen Euphorbien und mehreren andern Pflanzen vor.

Mit meiner Ansicht — dass die Amylonkörper, welche einen

Kern erkennen lassen, als Zellen zu betrachten sind, deren Wand, statt aus Bassorin und Gelin, aus Amyl besteht, und deren Schalen den Verdickungsschichten anderer Zellen gleichen, ferner, dass die ältesten Schichten die äussern, die jüngsten die innersten sind; — mit dieser Ansicht stimmt nicht die anderer Physiologen überein, indem sie in den Stärkekörperchen etwas Besonderes erblicken. So nimmt z. B. auch *Schleiden* („Grundzüge d. wissensch. Botanik", 3. Ausg., I, p. 187) an, dass die Schalen sich nicht inwendig erzeugen und ansetzen, sondern sich von Aussen um den Kern herumlegen, und als Beleg dafür führt er die Körner von Bletia an. Die Ungleichheiten aber, welche sich hier bei der Ausbildung der Schichten zeigen, kommen bei allen Zellen mehr oder weniger vor und ich werde später zeigen, dass alle Gelinzellen, welche zu besonderm Gewebe vereinigt sind, an allen denjenigen Stellen dickere Schichten haben, welche nicht in unmittelbare Berührung mit den Nachbarzellen kommen, sondern die Wände der Intercellularräume bilden helfen. Auch bei dem Stärkmehl ist es der Fall, dass die dickern Schichten jedesmal nach der Seite hin sich bilden, wo der Raum eine grössere Ausdehnung gestattet.

Die Substanz der Amylzellen ist dadurch ausgezeichnet, dass sie in heissem Wasser aufquillt. Der Amylonkörper schwillt dadurch zu einem drei- bis viermal grössern Volumen an und wird sehr weich und gallertartig. Die Anschwellung scheint sich auf alle Schichten fast zu gleicher Zeit zu verbreiten. Dabei drehen und winden sich die Körperchen, und zuletzt liegen sie wie kleine, durch ihre eigene Schwere flach zusammengefallene Blasen neben einander. Jodintinctur zeigt an, dass sie durch und durch aus gleicher Substanz — aus Amyl — bestehen. Dextrin und Zucker ist nicht in ihnen enthalten.

Wenn man dieselben Körperchen auf dem Objectträger in kaltem Wasser vertheilt und dann concentrirte Schwefelsäure zusetzt, so kann man die Anschwellung, wie sie allmälig anhebt und sich weiter verbreitet, sehr gut unter dem Mikroskop verfolgen. Es entstehen da, wo die Körperchen dichter beisammenliegen, Kleistermassen. Setzt man verdünnte Jodintinctur hinzu, so wird die Masse blau gefärbt. Kaltes Wasser spült bei der Bewegung (schon durch blosses Herabfliessen beim Schiefhalten des Objectträgers) zarte Häutchen ab, welche unter guter starker Vergrösserung ein sehr aufgelockertes faseriges und verworrenes Gewebe zeigen. Wird noch mehr Schwefelsäure hinzugefügt, so löst sich das zusammenhängende Gallertfasergewebe in sehr kleine

runde Moleküle auf, welche zuletzt ebenfalls verschwinden, bis Alles zu einer homogenen Flüssigkeit (Dextrin und Zuckerlösung) geworden.

Ich pflichte der Ansicht *Schleiden's* bei, dass die dunklen Linien, welche die Amylonschichten begrenzen, von einer zwischen denselben befindlichen Luftschicht herrührt.

Erhitzt man Stärke auf einem Platinblech so weit, dass die unterste Lage gelblich, oder nur schwach gebräunt wird, so erlangt sie dadurch (selbst wenn sie erkaltet ist) die Fähigkeit, in kaltem Wasser aufzuquellen. Der Kern ist dann deutlicher als lufterfüllter Raum zu erkennen und ebenso werden auch die Schichten deutlicher sichtbar. Bei noch stärkerer Erhitzung findet eine theilweise Schmelzung der Körperchen Statt und bei einzelnen springen die Schichten an verschiedenen Stellen so aus einander, dass sie sich bisweilen wie Zwiebelschalen ablösen.

Alle diese Erscheinungen können besonders bei der Kartoffel- und Weizenstärke wahrgenommen werden; aber auch die übrigen Stärkearten zeigen sie mit mehr oder weniger kleinen Abweichungen.

Ehrenberg hat kürzlich das chromatisch-polarisirte Licht bei der Untersuchung der Stärkmehlkörperchen angewandt. Im Ganzen ist dadurch die Kenntniss von der Structur derselben nicht gefördert worden; doch hat sich diese Untersuchungsmethode in den Fällen als zweckmässig erwiesen, wo man es mit Körperchen zu thun hat, welche bei gewöhnlichem Lichte als homogen erscheinen. Die Stärkmehlkörperchen zerfallen nach diesen Lichterscheinungen in drei Gruppen:

a) in rundliche mit rechtwinkeligem Farbenkreuz,
b) in längliche mit unregelmässigem schiefen Kreuz,
c) in längliche mit parallelen Längsstreifen ohne Kreuz.

In gewöhnlichem Lichte kann man bei den einzelnen Theilchen der zusammengesetzten Stärkekörperchen, welche in Tab. 7. Fig. 7. aus der Sassaparilla dargestellt sind, keinen Kern erkennen; das polarisirte Licht zeigt jedoch in jedem Theile ein besonders oft regelmässiges Kreuz, woraus man schliessen kann, dass auch hier der Kern, als Bildungscentrum, vorhanden ist; denn in allen übrigen Fällen zeigt sich der Durchschnittspunkt des Kreuzes jedesmal in der Höhlung des Amylonkörperchens. Das Amylon von Ficaria ranunculoides und Saxifraga granulata, welche ebenfalls in gewöhnlichem Lichte keinen Kern erkennen lassen, zeigen sich im polarisirten Lichte als Bildungen mit excentrischem Kerne. Im Allgemeinen gilt nämlich hierbei, dass diejenigen

Körperchen, welche ein regelmässiges Kreuz zeigen, jedesmal kugelförmig, oder solche platte Scheiben sind, welche den Kern in der Mitte haben; der Kern ist jedesmal die Kreuzungsstelle. Solche mit excentrischem Kern geben jedesmal ein schiefes Kreuz. Die parallelen Farbestreifen führt *Ehrenberg* auf sehr lang gestreckte schiefe Kreuze zurück, „deren Centrum ganz ausser der horizontalen Oberfläche liegt, die mithin nur halb sichtbar sind".

Die Stärkegruppen, welche wir auf Tab. 7. Fig. 5 und 8. aus Avena sativa und Cephaëlis Ipecacuanha abgebildet sehen, möchten hiernach sich ebenso wie die von der Sassaparilla verhalten.

§. 463.

a) Krystalle im Zellenkern. Es ist eine, jedem Pflanzenphysiologen bekannte Erscheinung, dass diejenigen Zellen, in welchen der oxalsaure Kalk in der Form der sogenannten Raphiden vorkommt, in derselben Progression wachsen, als die Krystallbündel selbst. Die krystallführenden Zellen sind daher immer genau der Grösse dieser Bündel angemessen; die kleinen Bündel haben kleine, die grossen grosse Zellen. Aber die Krystalle selbst bilden nie den Zellenkern allein, sondern auch hier wird die Gelinzelle inwendig von einer zarten Proteïnzelle ausgekleidet. (Tab. 1. Fig. 1.)

b) Vorkommen von eigenthümlichen Vacuolen in dem Zellenkerne bei Anthoceros laevis. Tab. 5. Fig. 4. a. b. stellt die oberste Zellenschicht des Laubes von Anthoceros laevis dar. Junge Zellen sind nämlich durchweg, bis ziemlich dicht an ihre Wand, inwendig mit einer homogenen grünen chlorophyllhaltigen Haut ausgekleidet; in der Mitte der Zellen sieht man den Cytoblasten. Aber die chlorophyllhaltige Haut liegt nicht unmittelbar der innern Wand der Gelinzelle an, sondern ist von derselben durch die sehr zarte Proteïnhaut des hohlen Zellenkerns getrennt; zwischen dem Cytoblasten und der Chlorophyllhaut ist eine farblose schleimige Flüssigkeit. Diese Flüssigkeit dringt an verschiedenen Stellen durch die Chlorophyllhaut und sammelt sich zu runden, nach der Zellenwand hin oft abgeplatteten Tropfen zwischen der Proteïn- und Chlorophyllhaut an und bildet dadurch Vacuolen, welche sehr deutlich gegen die Chlorophyllschicht abstechen und die letztere einstülpen (Fig. a.). Diese Vacuolen wachsen und verdrängen dadurch die Chlorophyllmasse immer mehr, bis sie zuletzt nur noch den Cytoblasten und mitunter die von ihm ausgehenden radialen Strömchen umgibt (Fig. b.).

Es kommen übrigens diese Fälle nicht selten vor und sie sind auch schon von *H. von Mohl* angedeutet worden.

§. 464.

Schichtenbildung bei Gelinzellen.

Ich glaube nun, wenn auch nicht alle, doch aber die wesentlichsten und wichtigsten Veränderungen, welche der Zellenkern bei seiner weitern Ausbildung erleidet, betrachtet zu haben, so dass ich zur Untersuchung der verschiedenen Formen der Gelinzelle und deren Bildung schreiten kann.

Diese Bildungen entstehen sämmtlich ausser dem Zellenkerne, nämlich zwischen demselben und der ihn einschliessenden Gelinhülle. Diese ist anfangs, wie bei allen Zellenbildungen, weich, zart und einfach, aber sie wächst, indem sie gleichartige Substanz in sich aufnimmt. Obschon man nicht direct beobachten kann, ob sie diese Substanz von aussen her oder von innen durch den Zellenkern zugeführt erhält, so nehme ich doch das letztere an, indem in allen Fällen, wo ich das Wachsthumsverhältniss der Zellen genau verfolgen konnte, ich immer fand, dass dasselbe von dem Zellenkerne abhängig war. Die ganze Thätigkeit der Zelle besteht darin, dass sie die rohe oder schon veränderte Flüssigkeit, aus der sich ihre Stoffe bilden, durch Endosmose in sich aufnimmt. Hier gehen nun die weitern Veränderungen in der Stoff- und Körperbildung mit derselben vor. Die gebildeten Stoffe bleiben nun entweder mehr oder weniger mit einander in der Zellenhöhle vermischt, oder sie scheiden sich von einander, indem die Molekūle der gleichartigen Substanzen in kleinern oder grössern getrennten Massen zusammentreten. Wie sie sich nun innerhalb des Zellenkernes trennen und unter einander sich ordnen und an einander fügen, das haben wir gesehen; aber es treten nun auch dieselben aus dem Bereich des Zellenkerns heraus. Wie das geschieht und welche Erscheinungen sich hieran knüpfen, das soll in den folgenden §§. erörtert werden.

§. 465.

Wie die erste Gelinhaut sich bildet, haben wir bereits gesehen. Alle Zellenarten, welche wir hier abhandeln, beginnen mit dieser Gelinhaut. Bei weiterm Wachsthum der Zelle aber verdickt sich diese Haut auf die Weise, dass ihr von dem flüssigen Bestandtheile des Kernes neue Substanz zugeführt wird; diese kann nun sein ebenfalls Gelinsubstanz oder eine andere.

Es sind mir bis jetzt zwei Fälle bekannt, wo die vom Zellen-

kern abgesonderten Verdickungsschichten aus einer andern Substanz bestehen, als die ursprüngliche Zellenhaut; nämlich in dem Eiweisskörper der Cardamomen, wo die Verdickungsschicht aus Amyl, und in den Zellen der sogenannten Macis (Muskatblumen), wo die Verdickungsschicht vielleicht aus Inulin besteht.

§. 466.

a) Amylschichten.

Der Eiweisskörper der Cardamomensamen ist sehr weiss, hart und spröde. Macht man einen zarten Schnitt und weicht denselben in Wasser auf, so bemerkt man in der Zellenwand eine feinkörnige Structur. Die vermeintlichen Körner liegen aber in einer gewissen Ordnung dicht beisammen und sind von gleicher Grösse. *Schleiden* rechnet diese Schicht unter die „formlose Stärke“ und sagt: „Die Zellen des Eiweisskörpers bei Cardamomum minus sind mit einer dünnen Lage Kleister ausgekleidet, in welche kleine scharfbegrenzte rundliche Stärkekörner eingebettet liegen“. — So erscheint die Sache allerdings, wenn man ohne Anwendung eines Reagenz die Zellen unter dem Mikroskope betrachtet. Aber ich mache nochmals darauf aufmerksam, dass die vermeintlichen „Stärkekörner“ in einer grossen Ordnung neben einander liegen. Behandelt man die Zellen ein wenig mit Salpetersäure, die hinreichend stark ist, diese Zellensubstanz aufzulockern, ohne sie zu zerstören, und hierauf mit schwacher Jodinlösung, so bemerkt man, dass diese Verdickungsschicht, welche aus Amylsubstanz besteht, eine netzförmig (oder siebförmig) durchbrochene Haut bildet, welche sehr an die Proteïnhaut der Pollenkörper und vieler Sporenzellen erinnert. Ich habe sie Tab. 8. Fig. 1. a. abgebildet. Kocht man die Zellen einige Zeit mit Salpetersäure, so wird diese Amylschicht aufgelöst und es bleibt die äussere Zellenhaut zurück, welche aus Gelinsubstanz besteht und mehrere Porenkanäle erkennen lässt (Fig. b.). Behandelt man dieselben Zellen mit concentrirter Schwefelsäure und sehr wenig Wasser, so löst sich die Gelinhaut in Schleimfasern auf, welche durch Jodintinctur blau gefärbt und dadurch deutlicher sichtbar werden (Fig. c.).

Hieraus schliesse ich, dass die Amylschicht nicht aus einer formlosen Masse und auch nicht aus Körnern bestehe, sondern dass sie durch ähnliche Strömchen sich gebildet haben möge, wie die Proteïnhülle bei Anthoceros (§. 445). Die grosse Ordnung der vermeintlichen Körnchen, welche allerdings wirkliche Erhabenheiten sind, rührt vielleicht daher, dass diese Strömchen

sich wie auf- und absteigende Spirallinien kreuzen; wo nun eine Kreuzung stattfindet, muss durch das Uebereinanderlegen zweier Fäden eine Verdickung stattfinden, die vielleicht auch eine grössere Menge flüssigen Stoffes durch Adhäsion zurückhält. Diese verdickten Stellen erscheinen dann als warzige Erhöhungen, oder wie „eingebettete" Körner. So erkläre ich mir jetzt diese Erscheinung. Ob die Erklärung richtig ist, werden weitere Untersuchungen entscheiden.

§. 467.

b) Inulinschichten (?).

Ich habe §. 398 eine Substanz in dem Zellengewebe der Macis erwähnt, welche mit dem Inulin Aehnlichkeit hat. Diese ist in den Zellen der Macis in so auffallender Weise verbreitet, dass sie die ursprüngliche Zellenhaut ganz verdrängt zu haben scheint. Sie selbst bildet in jeder Zelle eine unregelmässig körnige Schicht (Taf. 8. Fig. 2.), welche sich mit Jodintinctur rothbraun, nach Zusatz von Schwefelsäure aber rosa oder amethystroth färbt.

§. 468.

c) Gelinschichten.

Weit häufiger und ziemlich allgemein sind die Verdickungen der Gelinzellen durch die Gelinsubstanz selbst. Man findet kaum eine aus diesen Zellen gebildete Pflanze, wo man keine verdickten Zellenwände anträfe. Die Verdickung erfolgt gewöhnlich gleichmässig; aber es kommen auch Fälle vor, wo sich zwischen der Proteïnhaut des Zellenkerns und der ursprünglichen Gelinzelle Vacuolen bilden, ähnlich denjenigen, welche ich schon oben bei den Zellen im Laube von Anthoceros erwähnt habe, nur mit dem Unterschiede, dass hier die Vacuolen zwischen der Proteïnhaut und Chlorophyllschicht entstehen. Diese Verdickungen sind besonders in den Collenchymzellen der Chenopodeen (Tab. 13. Fig. 3.) schön zu beobachten, und weil die Zellen hier langgestreckt sind, so erscheinen sie leistenförmig. Sie lassen auf dem Querschnitt dieser langgestreckten Zellen Schichten erkennen, deren Begrenzungslinien sich im Halb- oder Viertelkreis, oder auch in einer elliptischen Curve, deren convexe Seite nach dem innern Zellenraume gekehrt ist, an die gerade Zellenfläche oder den innern Zellenwinkel legen und mit den gleich oder ähnlich gebildeten Schichten der Nachbarzellen in eine solche Verbindung treten, dass die Umgrenzung der zu einander gehörenden Schichten eine geschlossene Ellipse oder Kreislinie bildet. Auch die

eigenthümlichen halbrunden Verdickungsschichten, welche *Schleiden* im Laube der Pellia epiphylla erwähnt und in seinen Beiträgen Tab. III. 28. abgebildet hat, gehören hierher. In vielen Fällen fliessen die verschiedenen Schichten dieser Verdickungsmasse so zusammen, dass man sie nicht einzeln unterscheiden kann. Durch Schwefelsäure und namentlich mit Hilfe der Jodintinctur werden sie jedoch häufig sichtbar gemacht. Aehnlich verhält es sich mit den Zellen mancher Moose, von denen ich einige aus einem Blatte von Dicranum scoparium Taf. 11. Fig. 8. abgebildet habe.

In gewissen Fällen ist die Zahl der Verdickungsschichten ziemlich beschränkt, wie z. B. in den Zellen, welche das Mark in den Pflanzen bilden. Diese Zellen haben bald ihr Wachsthum vollendet, indem sich ihr Inhalt verflüssigt und an andere Stellen begibt. Daher haben die Markzellen zuletzt kaum noch Spuren von Proteïnstoffen in ihrer Höhlung, welche dafür ganz mit Luft angefüllt ist. In andern Fällen dagegen fährt der Zellenkern fort Gelinsubstanz an die äussere Zelle abzugeben und so die Anzahl der Schichten in einer Weise zu vermehren, dass das Lumen sich bis auf einen sehr geringen Durchmesser verkleinert. Dieser letzte Fall tritt namentlich häufig bei den Bastzellen (Taf. 9. Fig. 5. 6.), in den Zellen des Eiweisskörpers mancher Samen (bei Phoenix dactylifera, Taf. 11. Fig. 4.), den Milchzellen von Hoya carnosa (Taf. 9. Fig. 1. a. b.), den verdickten Zellen, welche den haarigen Ueberzug der Pflanzen bilden (Taf. 13. Fig. 3. b., 4. b. von Lavandula Spica), den Steinzellen der Nüsse und Steinfrüchte (Taf. 11. Fig. 5. von Prunus domestica), den Zellen dickhäutiger Samenschalen, den langgestreckten Zellen vieler zu den Heterocarpeen gehörenden Algen u. s. w. auf. Es kommt dabei nicht selten vor, dass das Lumen ganz verschwindet (zuwächst), wenigstens stellenweise, was man auch an einigen der angeführten Beispiele sehen kann.

§. 469.

Man hat immer gesagt, dass der Verdickungsprocess die Verhärtung der Zellenmassen veranlasse. Man konnte mit demselben Rechte auch das gerade Gegentheil behaupten. Die Verhärtung der Zellenmassen hat mit dem Verdickungsprocess an sich gar Nichts zu thun. Sie hängt einzig und allein von der Beschaffenheit der Substanz ab, die die Schichten bildet. Diese ist aber in den verschiedenen Fällen auch sehr verschieden nach Consistenz und Härte, so dass man sie bei einigen Gigartinaarten

(unter den Tangen) von der grössten Weichheit und in Form einer schleimigen Gallert, und bei der Steinnuss (Phytelephas) bis zur Härte der Knochen findet.

Für die substantielle Beschaffenheit der Pflanzentheile gilt daher:

1) dass die Verdickungsschichten bei den Tangen die schleimig-gallertartige Beschaffenheit vermehren;

2) dass dieselben bei Holzzellen die Verholzung derselben bewirken;

3) dass die Verdickungsschichten auch andere Pflanzentheile versteifen und dauerhaft machen (z. B. die Blätter der Strohblumen, die rasselnden, trocknen Kelchschuppen der Centaureen, die Haare bei Dipsacus, Echium und vieler andern Pflanzen);

4) dass sie sogar den Zellen eine steinharte Beschaffenheit ertheilen können (Nüsse, Steinkerne);

5) dass sie endlich in vielen andern Fällen auch knorpelartige und hornartige Bildungen veranlassen. (Beispiele zu knorpeligen Formen geben manche Algen, z. B. die Sphaerococcusarten, Furcellaria, Gelidium corneum, cartilagineum u. s. w.; Beispiele zu hornartigen Formen geben die Kaffeebohnen [Taf. 11. Fig. 7. a. b.], wo die Verdickungsschichten nach der Anschwellung mit Schwefelsäure ringförmig (oder in laxen Spirallinien?) erscheinen; ferner im Eiweiss der Umbelliferen, Plantagineen [Taf. 4. Fig. 5. b.] u. s. w.)

Ich werde demnach die verdickten Zellen, je nach ihrer Beschaffenheit, 1) verschleimte oder gallertartige, 2) verholzte, 3) verhärtete oder versteifte, 4) versteinte, 5) verknorpelte oder verhornte nennen.

§. 470.

Wenn man die Schichten der verdickten Zellen deutlich sehen will, so muss man von den Zellen feine Querschnitte machen. Bei Holzzellen gelingt das leicht. Durch Schwefelsäure werden die Schichten gelockert und deutlicher sichtbar gemacht, namentlich bei Zusatz von Jodintinctur. Die Härte, Festigkeit und Dichtigkeit der Hölzer hängt dann, nächst der Beschaffenheit der Substanz, auch von der Zahl der Schichten ab. Je härter dieselben, desto kleiner ist das Lumen der verholzten Zellen. Beispiele liefern das Buchsbaum- und Ebenholz. Auch mit den versteinten Zellen verhält es sich so.

§. 471.

Wenn die Gelinzellen gewisser Organe älter werden, so kommen bei ihr ebensowol Stoff-, als auch Structurveränderungen vor. Beide Veränderungsarten sind indessen in einigen Fällen auch wieder ziemlich beschränkt, so dass es allerdings auch Gelinzellen gibt, welche sich, wie es scheint, nach beendigter Ausbildung durch die Verdickungsschichten, nicht verändern. Dies ist der Fall bei den Tangen und bei den Zellen des Eiweisskörpers der Dattelpalme, der Phytelephas macrocarpa und vieler andern Samen; dagegen kommen die Veränderungen in der Substanz nach der Ausbildung bei allen Holzzellen mehr oder weniger vor. Die Veränderungen im Structurverhältniss zeigen sich jedoch während der ganzen Bildungsepoche und beziehen sich besonders auf diejenigen Zellen, welche den Stamm, die Blätter, Blüten und Fruchthüllen bilden.

§. 472.

Veränderungen in Hinsicht auf den Stoff.

Dass die Gelinsubstanz der Zellenwände sich mit der Zeit in Bassorinsubstanz umändert, davon ist schon §. 404 die Rede gewesen. Ich bemerke hierzu nur noch, dass diese Veränderungen mit der ältesten, äussersten Schicht beginnen, und von da aus sich allmälig auf die folgenden innern erstrecken. Gleichzeitig kommt aber auch noch Proteïnstoff darin vor, welcher in der Zellenwand mit Bassorin- und Gelinstoff vermischt ist. (Vergleiche §. 418.)

Ich kann hier nicht unterlassen zu erwähnen, dass die Annahme *Harting's,* wonach die Verdickungsschichten aus Pectin und pectinsauren Salzen bestehen sollen, nicht richtig ist. Diese letztern Substanzen kommen nur im Zellenkerne innerhalb der Proteïnzelle vor.

Dass die Gelinsubstanz sich vollständig in Bassorin umändern kann, davon liefert die Entstehung des Gummi den unwiderleglichen Beweis. (§. 402, 6.) Bei den Holzzellen wird diese Umänderung, wie es scheint, niemals vollständig erreicht; es bleibt immer mehr oder weniger unverändertes Gelin zurück.

§. 473.

Die Korkzellen enthalten in ihrem letzten Stadium gar kein Gelin mehr. Sie bestehen bloss aus Bassorin und Proteïn. Dass sie aber in ihrer Jugend Gelin enthalten, kann man bei der Entwickelung der Kartoffelschale und dem Rhizom von Acorus

Calamus, dessen äusserste Rinde ebenfalls von Korkzellen gebildet wird, beobachten. Die jungen noch nicht fertigen Korkzellen färben sich immer durch Jodintinctur und Schwefelsäure blau, was bei den alten durchaus nicht der Fall ist.

§. 474.

Bei den Steinzellen der Nüsse und Steinfrüchte verhält es sich ebenso, wie bei den Korkzellen. Auch diese färben sich in der Jugend durch Jodintinctur und Schwefelsäure blau, während die alten nur braun werden. Durch Kochen mit Kalilauge kann man die in ihnen enthaltene Proteïnsubstanz ausziehen. Der Rückstand ist dann kein Gelin, sondern Lignin oder Bassorin. Ein Beweis, dass hier mit dem Alter ebenfalls das Gelin vollständig umgewandelt wird. Bei den versteinten Zellen im Stengel der Hoya carnosa kann man diese Verwandelung ebenfalls von den jüngsten Theilen des Stengels bis zu den ältern allmälig verfolgen.

§. 475.

Veränderungen der Gelin- und Ligninzellen hinsichtlich ihrer Structur. Alle Zellen deren Wachsthum beschränkt ist, erscheinen in ihrer frühesten Jugend als ein ringsum geschlossenes Bläschen, welches von einer homogenen Membran gebildet ist. Eine besondere Structur lässt sich mit der schärfsten Vergrösserung nicht wahrnehmen.

In dieser homogenen Form erscheint auch die Zellenmembran derjenigen confervenartigen Algen, welche aus Gelinsubstanz gebildet sind, wie z. B. die Zygnemeen, die Cladophoren, die Draparnaldieen, Ectocarpeen, Ulvaceen, Vaucherieen, Chareen u. s. w.

Dagegen lässt sich bei Moosen, Lebermoosen, den höhern Cryptogamen und den Phanerogamen, bei letztern fast durchgängig, eine faserige Structur in der Zellenmembran mehr oder weniger deutlich und in verschiedenen Formen und Abweichungen erkennen.

Diese faserigen Formen zeigen sich nicht bloss in den Verdickungsschichten, sondern auch in der Urschicht. Beweise:

1) Die Spiralfaserzellen im Laube der Marchantia polymorpha. Taf. 8. Fig. 3. Die Zellen haben hier eine horizontale Lage. Diese lässt sich an den Windungen der Fasern erkennen. Die Windungen muss man sich um eine Axe gehend

denken. Diese Axe ist hier horizontal gelegt. Man kann die Windungen der Fasern, welche eine Spirale bilden, schon deutlich mit 100maliger Vergrösserung und ohne Anwendung von Reagentien sehen. Bei Anwendung von Jodintinctur und Schwefelsäure wird aber Alles viel deutlicher und genauer. Der schlauchförmige Proteïnkern zieht sich zusammen und die Gelinzellen lassen deutlich eine doppelte Wand erkennen, wovon die eine von der aufsteigenden, die andere von der absteigenden Spiralfaser — die vielleicht für beide Wände eine einzige, ununterbrochene ist — gebildet wird. Wenn man einen Faden spiralig um einen länglichen oder kugeligen Körper so windet, dass man bei dem Pole a. anfängt und bis zum entgegengesetzten Pol b. fortfährt, bis man hier angelangt ist, dann ohne Unterbrechung von b. nach a. zurückwindet, so kreuzen sich die Fäden und es entsteht eine Doppelwand von über einander gewundenen Spiralfäden. Ganz so verhält es sich bei Marchantia polymorpha, wo jedoch die Windungen noch so locker sind, dass man jede Faser ganz deutlich erkennen kann, so wie auch die leeren Zwischenräume, welche durch das lockere Gewinde entstehen. Es ist dabei nicht die Spur von einer andern continuirlichen Membran zu erkennen. Man überzeugt sich von der Abwesenheit derselben besonders durch die Reagentien, welche die Membran, wenn sie vorhanden wäre, färben würden. Diese Spiralfaserzellen sind nun zwar bei den ganz jungen Pflänzchen, welche man aus den Brutkörperchen leicht im Zimmer ziehen kann, noch nicht vorhanden, doch aber bald bei denjenigen, welche sich so weit entwickelt haben, dass die Laubzellen ihre normale Grösse besitzen. Man bemerkt nun ferner noch, dass in diesen Spiralfaserzellen die Fasern an einzelnen Stellen enger, an andern entfernter beisammen liegen und dass namentlich im letztern Falle grössere und kleinere Löcher in der Membran entstehen.

2) Die Spiralfaserzellen in den Luftwurzeln tropischer Orchideen und anderer Pflanzen. Diese wurden schon von *Meyen* beobachtet und abgebildet („Phytot.", Tab. 11. F. 1. 2.), welcher der Entdecker derselben ist, wie auch *Link* („Elem. phil. Bot.", Ed. II, Tom. I, p. 187) angibt. Ich habe dieselben auf Taf. 8. F. 4. aus Epidendron ensifolium dargestellt. Die Fasern sind hier regelmässiger und dichter gewunden, als bei Marchantia. Man bemerkt auch hier Nichts von einer besondern continuirlichen Membran, welche diese Faserschichten umgibt. Der Bau dieser Zellen ist so zierlich, dass sie einen ungemein lieblichen und wunderbaren Anblick gewähren.

Sie bilden die äussersten Zellenlagen an den Luftwurzeln der genannten Orchideen. *Schleiden* betrachtet diese Lagen als ein eigenthümliches Gewebe. Man findet dasselbe, ausser bei mehreren Arten von Epidendrum, noch bei Aërides odorata, Cattleya Forbesii, Brassavola cordata, Maxillaria atropurpurea, Acropera Loddigesii, Cyrtopodium speciosissimum, mehreren Oncidiumarten, Pothos crassinervis. (*Schleiden.*)

3) Die Spiralfaserzellen in den Georginenknollen. Taf. 8. Fig. 5. Sie haben denselben Bau wie die vorigen, indem die eine Wand aus einer aufwärts gewundenen, die andere aus einer abwärts gewundenen Spirale besteht. Die Zellen haben hier eine senkrechte Stellung und durch Reagentien lässt sich ganz bestimmt nachweisen, dass die ganze Zelle nur aus diesen Spiralfasern besteht und keine homogene Membran weiter vorhanden ist. Die Zellen sind dabei frisch und lebenskräftig, saftreich und vermehren sich, wie bei Marchantia.

Wenn man einen feinen Schnitt mit Salpetersäure behandelt, bis die Zellen sich trennen lassen, dann die Reaction mit Jodintinctur und Schwefelsäure versucht, so bemerkt man in der Zellenmembran deutliche Löcher, grössere und kleinere, und die Fasern weichen an diesen Stellen aus, wie wenn bei ihrer Umwindung ein Körper vorhanden (durchgesteckt) gewesen wäre, welcher das Anschliessen der Fasern verhindert hätte. Man sieht zugleich, dass die durchlöcherten Wandtheile dünner sind (heller blau gefärbt) als diejenigen, welche keine Löcher erkennen lassen. Jene dünnern durchlöcherten Stellen sind nun die plattgedrückten Theile der Zellenwand, welche mit den Nachbarzellen verbunden gewesen sind. Ich komme bei andern Beispielen noch einmal auf diese Erscheinung zurück. Hier will ich aber gleich erwähnen, dass, wenn man die Zellen, oder das bloss mit Jodintinctur und Schwefelsäure behandelte Präparat, welches noch ziemlichen Zusammenhang besitzt, mit einem Horn- oder Elfenbeinspatel oftmals und fest drückt, und auf dem Objectträger bearbeitet, so lösen und verschieben sich die Fasern der Zellen, dass man sie viel deutlicher nachher sehen kann; aber die Löcher haben sich durch diese Manipulation zugezogen und von dünnern und dickern Stellen in der Zellenhaut bemerkt man auch Nichts mehr. *Schleiden* hat auf diese Spiralfaserzellen zuerst aufmerksam gemacht.

4) Spiralfaserzellen in der Zuckerrübe. Das ganze saftige Parenchym der Zuckerrübe, wie überhaupt aller Runkelrüben besteht aus Faserzellen. Nur sind hier die Fasern etwas

schwieriger zu erkennen. Wenn man diese Zellen mit Jodintinctur und Schwefelsäure behandelt, so lockert sich ebenso die Verbindung der Zellen unter sich, als auch das Fasergewebe. Man bemerkt zwischen den einzelnen Zellen keine verbindende Substanz, sondern die Gelinzellen schliessen unmittelbar an einander. Nur wenn das Zellengewebe auf die oben angegebene Weise aufgelockert ist, sieht man die blaugefärbten Zellen durch eine helle Linie getrennt. Diese helle Linie rührt aber nicht von einer besondern Zellenhaut, sondern von einer dazwischen befindlichen Wasserschicht und von verdünnten Partikelchen der Gelinsubstanz her, welche jedesmal an der Grenze einer Zelle allmälig sich in die umgebende Flüssigkeit verliert. In Taf. 8. Fig. 6. a. habe ich eine einzelne Zelle abgebildet. Man sieht auf ihr sechs helle Felder, welche durch dunklere Erhabenheiten von einander getrennt sind. Man bemerkt in diesen Feldern deutliche Löcher; aber diese sind wieder auf kleinere Kreise vertheilt, welche noch kleinere in sich schliessen. Man sieht in diesen Abtheilungen sehr deutlich die Verschlingungen der Fasern, und die Löcher, welche ein jedes Feld siebförmig durchbrechen, sind von sehr verschiedener Grösse. Bei den grössern Löchern bemerkt man häufig, dass eine Faser quer hindurchgeht und dieselben halbirt. Es hält sehr schwer diese Formen mit allen ihren Eigenthümlichkeiten und zarten Verhältnissen in der Abbildung genau darzustellen. So viel Mühe ich auch darauf verwandt habe, so ist mir in der citirten Figur die Darstellung dieser Verhältnisse doch nicht so gelungen, als ich wünschte. Obschon die Löcher vorzugsweise und am deutlichsten in den hellern Feldern der Zellenmembran sichtbar sind, so fehlen sie jedoch keineswegs in den dunklern Partien, nur sind sie hier kleiner und nicht so genau zu bemerken. Ich habe mich bei meinen Untersuchungen überzeugt, dass die hellen Felder auf der Membran platt gedrückt sind und diejenigen Stellen bezeichnen, an welchen die Nachbarzellen angelegen haben. Da nun alle Zellen an diesen Verbindungsflächen die genannten Löcher aufzuweisen haben, so ist klar, dass sie mittelst derselben mit einander communiciren. Dennoch kann man in solchen Zellen die spiralige Windung der Fasern und ihre Kreuzung nicht immer deutlich bemerken; bearbeitet man aber die Zellen mit einem Elfenbeinspatel, wie ich schon oben bei den Zellen der Georginenknollen angegeben habe, so gehen die bisher beschriebenen Formen der Zellenwand verloren und man erkennt nun die spiralige Richtung und Kreuzung der Fasern deutlicher (Fig. b.). Unbezweifelt aber geben die-

jenigen Zellen ihre faserige Structur zu erkennen, welche durch die Bearbeitung zerrissen werden, indem hier die Risse vorstehende Fasern erkennen lassen.

Aus der Wurzel von Althaea officinalis sind auf Taf. 7. Fig. 4. d. e. ebenfalls einige solche Zellen abgebildet.

Fast noch schöner und deutlicher kann man die eben beschriebenen Verhältnisse in den Zellen der Beeren von Berberis vulgaris beobachten, welche ich auf Taf. 8. Fig. 8. d. e. dargestellt habe. Ich habe übrigens in fast allen saftigen Parenchymzellen der Mono- und Dicotyledonen, von denen ich im Laufe des Sommers 1850 eine sehr grosse Anzahl untersuchte, ohne ihre Namen anzumerken, diese Structur mehr oder minder deutlich wahrgenommen, so dass ich nicht umhin kann, dieselbe als eine sehr weit verbreitete anzunehmen. Von den gewöhnlichen Küchengewächsen, die man im Winter haben kann, führe ich den Kohlrabi, die Mohrrüben, die Kartoffeln, den Meerrettig, die Zuckerwurzeln an, welche ähnliche Bildungen in ihren saftigen Parenchymzellen erkennen lassen.

Unter den Seealgen zeigen sich die Spiralfaserzellen bei Halidrys siliquosa. Weniger deutlich habe ich sie bei Gigartinaarten gefunden. Die Durchlöcherung der Zellen ist jedoch bei den höhern Algen allgemein. Ich bemerke nochmals, dass man die Zellen mit den angegebenen Reagentien behandeln muss, wenn man ihre Structur genau erkennen will. Eine Zelle von Halidrys siliquosa habe ich Taf. 8. Fig. 7. abgebildet.

§. 476.

Was zeigen diese Spiralfasern an? Ohne Zweifel die Richtung, in welcher sich die Gelinmoleküle bei der Bildung der Gelinzelle bewegen. Es sind linienförmige, spiralige Strömungen, welche nach und nach verhärtet sind, und ich möchte hieraus schliessen, dass auch diejenigen Zellen, bei denen man diese Structur nicht sehen kann, sie dennoch besitzen. Diese Ansicht hat schon *Meyen* („Physiologie", I. Bd., p. 45 fg) ausgesprochen; aber sie ist von *Schleiden* und andern Physiologen verworfen worden. *Schleiden* führt nämlich dagegen an, dass „jene Zellen anfänglich homogene ungestreifte Wände haben". Ich meine aber, man sagt hier richtiger, dass in jenen Zellen anfänglich die Wände als homogen und ungestreift erscheinen. Kann man doch auch in vielen Fällen bei den Verdickungsschichten die Spiralfasern nicht sehen, in welchen auch *Schleiden* überall Spiralwindungen annimmt. („Grundz.", I, 231.) (Vergl. §. 421.)

§. 477.

Wie kommen die Löcher in die Zellenmembran? Ich habe diese Frage eigentlich schon in meiner „Phycologia generalis" beantwortet. Denjenigen Theil des Zellenkerns, welchen ich jetzt als äusserste Proteïnhaut betrachte, habe ich in dem genannten Werke als „Amylidzelle" bezeichnet. Es heisst nun in Bezug darauf in demselben S. 64. „Da wo die Amylidzellen von Gelinzellen umgeben sind, werden diese von den strahlenförmigen Verlängerungen durchbrochen."

Unter den vielen Beispielen, welche ich in der „Phycologia generalis" abgebildet habe, mache ich nur auf die Darstellung des Zellengewebes von Cystoclorium purpurascens Tab. 58. Fig. 6. 7. 8. aufmerksam. Die hohlen, sehr dünnhäutigen Zellenkerne, welche aus Proteïnsubstanz gebildet sind und durch Phycoerythrin roth gefärbte Moleküle enthalten, stehen mit einander durch strahlenförmige Verzweigungen in Verbindung. Jeder solcher Strahl vereinigt sich mit dem ihm entsprechenden der Nachbarzelle. Diese Strahlen sind hier den radialen Strömchen der Cytoblasten zu vergleichen, welche wir schon (§. 444. f.) kennen gelernt haben. Wenn sie sichtbar werden, sind sie schon bis zu einem gewissen Grade erstarrt. Es ist klar, dass durch diese Strahlen — die vielleicht mitunter hohle Röhren sind — die Zellenhöhlen mit einander communiciren. So viel steht fest, dass sie die Gelinzelle durchbrechen, oder besser, dass die Substanz der Gelinzelle an den Strahlen ausweicht. Dadurch entstehen die Löcher in der Gelinmembran. Die Löcher gehen bei allen jungen, kräftig vegetirenden Zellen durch. Im Alter aber, so wie auch beim Trocknen, oder durch Behandlung mit Weingeist zieht sich der hohle Zellenkern zusammen, und liegt als hohles Säckchen, oder als zarter Schlauch lose in der Gelinzelle. Durch dieses Einschrumpfen reissen die Strahlen da, wo sie die Gelinwand durchbrechen, meist aus einander und die Verbindung der Zellenkerne wird dadurch unterbrochen. Geschieht diese Trennung freiwillig, als normaler, durch das Alter bedingter Act, so wächst nachher an der äussersten Grenze, wo das Lumen am kleinsten ist, das Zellenloch zu. Auf diese Weise werden zuletzt oft die Zellenlöcher nach aussen geschlossen und in sogenannte Tüpfelkanäle verwandelt [5]).

Ganz ähnlich verhält es sich mit der Bildung der Zellenporen in den (§. 475) angeführten Fällen; nur ist hier der Vorgang weniger deutlich und leicht zu beobachten, als bei den

Algen. Wer sich aber Mühe gibt, findet bei den kleinern Zellen der Runkelrübe die Erscheinungen ganz ähnlich; noch deutlicher aber zeigen sie die Zellen im Albumen vieler Phanerogamen, z. B. bei Plantago Psyllium. (Tab. 4. Fig. 5. b.) — Ferner habe ich Tab. 10. Fig. 1. b. eine Zelle aus dem Blattstiel von Primula sinensis abgebildet, wo der schlauchförmige Proteïnkern mit seinen Strahlen ebenfalls die Gelinwand durchbricht. — Dass die Proteïnströme die Zellenwand durchbrechen und dann verhärten, auch sich in die Intercellularräume erstrecken, habe ich schon oben (§. 449 und 452) erwähnt. Die Anwendung der Reagentien erleichtert hier die Untersuchung.

§. 478.

Ich komme nun zu der Betrachtung der verschiedenen Formen, welche die Membran der Gelinzellen in andern Fällen bei ihrer Entwickelung zeigt.

Versteifte Zellen.

Die Zellen, welche wir bisher betrachtet haben, bilden meist saftige, oder wenigstens weiche Pflanzentheile. Sie sind daher auch meist nicht bleibend, sondern ihre Existenz ist vorübergehend. Dauerhafter sind nun die folgenden Zellen gebaut. Wegen ihres Baues, und namentlich wegen der grössern Dichtigkeit und Festigkeit ihrer Substanz, sind sie auch weit weniger der Zersetzung durch Fäulniss unterworfen; wenigstens werden sie von derselben viel langsamer verändert.

a) Die verästelten Zellen der Haare von Lavandula Spica. (Taf. 9. Fig. 3. b., 4. b.) Die Zellen sind sehr verdickt. Die äussere Schicht (welche auch bei den Haaren häufig Cuticula genannt wird) ist bei alten Haaren proteïnhaltig. Sie lässt deutliche sich kreuzende Spirallinien erkennen und zwischen denselben kleine Oeffnungen, aus welchen eine formlose Schleimmasse hervorkommt, welche Oeltröpfchen in Vacuolen birgt. In Fig. 3. ist ein solches Haar mit der Epidermis des Stengels von der obern Ansicht dargestellt, in Fig. 4. b. von der Seite und die verdickten Epidermiszellen sind senkrecht durchschnitten (c.).

b) Einfache verdickte Zellen eines Haares von Primula sinensis. (Taf. 10. Fig. 1. c.) Die Zellen sind noch in lebenskräftiger Thätigkeit; man bemerkt deutlich in den drei untern Zellen den Cytoblasten mit den zum Theil erstarrten Strömchen. Die Zellenwand zeigt sich kreuzende Spiralfäden, zwischen welchen sich Löcher befinden. Wo die Spiralfäden über einander

greifen, sieht man an der innern Wand Verdickungen in Form von Wärzchen.

c) Ein älteres Haar von Heliotropium peruvianum. (Taf. 10. Fig. 4. a. unterer Theil, b. Spitze, c. ein Mittelstück.) Das Mittelstück ist mit Schwefelsäure und Jodintinctur behandelt. Die äussersten Schichten sind gelbbräunlich und wenig angeschwollen; sie zeigen die Reaction auf Proteïn, wie die Cuticula derselben Pflanze; die beiden innersten Schichten sind desto stärker angeschwollen, sie haben nicht mehr im Innern Raum genug und treten desshalb heraus. Sie bestehen aus Gelinsubstanz, sind blau gefärbt, lassen sehr deutliche Spiralfasern erkennen, welche sich strecken und entflechten. Fig. a. und b. sind bloss unter Wasser betrachtete Theile des Haares. Die Spiralfasern sieht man auch hier auf den äussern Schichten und zwischen ihrem nicht sehr dichten Geflecht spaltenförmige Löcher. Aber die Löcher scheinen durch eine ausgeschwitzte Substanz, welche sich oben aufgelegt und etwas aufgebläht hat, verstopft, wodurch auf der Aussenfläche kleine Wärzchen entstehen, welche in spiralige Linien geordnet sind. Mit den sogenannten Pilis malpichiaceis verhält es sich ähnlich.

d) Die Filzhaare der Frucht von Cydonia vulgaris (Taf. 10. Fig. 5.) zeigen Verdickungsschichten und an der Aussenwand sehr feine, sich kreuzende Spiralfasern, ohne bemerkbare Erhabenheiten und Löcher.

e) Die Haare an der Granne von Stipa pennata. (Taf. 11. Fig. 6. b.) Sie bestehen aus sehr langen, steifen und brüchigen einfachen Zellen, welche sehr feine spiralige Streifung erkennen lassen. Sie bestehen aus Gelinsubstanz. Man bemerkt an ihnen (wie auch häufig an den Bastzellen) oft einige dunklere Ringe oder Gürtel an der Aussenfläche. Diese rühren davon her, dass die äusserste Spirale hie und da reisst, die abgerissenen Fasertheile sich dann vermöge ihrer Elasticität dicht zusammenziehen und dadurch die Ringe bilden. Auch bei Bastfasern — z. B. beim Flachs, der Baumwolle — kommt das vor.

Einschaltend will ich hierbei bemerken, dass etwas Aehnliches bei gewissen Arten der Gattung Oedogonium, deren Zellen aber aus Bassorin bestehen, sich zeigt. Ich verweise dabei auf Fig. 2. derselben Tafel. Bei diesen Zellen löst sich auch oft die äusserste Lage an einem Ende durch eine ringsum gehende Spalte, und zieht sich nach dem andern Ende zu in Falten zusammen, wie ein Stiefel, der sich am Fusse niedersenkt. Auch kommen in diesen Bassorinzellen sehr zarte Spirallinien durch

Behandlung mit Jodin und Schwefelsäure zum Vorschein. Noch deutlicher aber zeigen diese die Bassorinzellen der Flechten. (Taf. 4. Fig. 3.)

Kehren wir wieder zur Granne der Stipa pennata zurück. Diese selbst besteht durchweg aus versteiften Zellen, welche verhärtete Spiralfasern zeigen, mit deutlichen querspaltigen Löchern. (Fig. 6. a.) Man kann getrocknete Exemplare zu dieser Untersuchung benutzen.

f) Das Brennhaar der Urtica urens (Taf. 10. Fig. 7.) lässt auf seiner Oberfläche feine und geordnete Punkte erkennen. Ich führe es aber desshalb hier besonders an, weil es an der innern Zellenwand mit grossen zitzenähnlichen Warzen besetzt ist.

Solche Warzen sieht man auch in den Wurzelhaaren der Marchantia polymorpha.

Wie diese Warzen entstehen, hat noch nicht ermittelt werden können.

g) Es gibt auch versteifte Milchzellen, welche dieselbe spiralige Streifung zeigen, wie andere versteifte Zellen. *Schleiden* hat eine solche in seinen „Grundzügen“ (Fig. 62.) aus Ceropegia dichotoma abgebildet und hält sie für ein „Mittelding zwischen Bastzelle und Milchsaftgefäss“.

h) Die Bastzellen. Mit diesem Namen werden sehr langgestreckte Zellen bezeichnet, welche nach beiden Enden spitz zugehen. Sie kommen in der Rinde und dem Holze der Phanerogamen, so wie auch bei gewissen Cryptogamen vor. Ich habe Taf. 9. Fig. 5. 6. 7. mehrere abgebildet. Fig. 5. ist aus der Königs-Chinarinde. Die Bastzellen sind hier ungewöhnlich dick, lassen fast gar keine spiralige Streifung erkennen, aber um so mehr Schichten. Das Lumen ist sehr klein und sogar an mehreren Stellen zugewachsen. Dadurch entstehen eigentlich in einer Zelle mehrere hohle Zellenräume. (Vergl. auch Taf. 9. Fig. 3.) Man sieht zugleich Poren, welche nach aussen münden. Die Mündungen sieht man besonders an den verkürzt gezeichneten, welche man sämmtlich in schiefer Lage sich denken muss.

Fig. 6. sind zwei Bastzellen aus dem Bock- oder Guajacholze (Guajacum officinale); die eine davon ist verästelt. Die in der Nähe der Enden sichtbaren Vorsprünge sind Abdrücke von den Nachbarzellen; sie erinnern an die Milchzellen. Die Punkte sind Löcher. Das Lumen ist sehr klein, die Zellen sehr lang und verhältnissmässig dünn.

Fig. 7. Eine Bastzelle aus dem Holze von Laurus Sassafras. Das Lumen ist ziemlich bedeutend, die Zelle ungewöhnlich gross.

Verdickungsschichten, Löcher und spiralige Streifen sind nicht sichtbar. Der Flachs besteht aus Bastzellen. Man kann auch die Baumwolle dazu rechnen. Wenn man die letztere mit etwas Wasser befeuchtet, dann mit Jodintinctur schwach tränkt und zuletzt Schwefelsäure hinzufügt, so schwillt die Zelle von einem Punkte zum andern fortschreitend auf, färbt sich blau und die Schichten weichen von aussen nach innen gleichsam in einem langsamen Strome auf, wobei die Zelle sich in spiraligen Krümmungen bewegt. Die stark aufgelockerten, blau gefärbten und gallertartigen Massen trennen sich entweder in neben einander liegende Ringe, oder in kurze Spiralbänder auf, die aber mit einer der flachen Seiten um die Axe herumgelegt sind. Es lässt sich dieser Versuch auch mit den Flachszellen anstellen; nur geschieht hier die Einwirkung der Schwefelsäure langsamer. Diese Erscheinungen weisen ebenfalls auf eine spiralige Bildung der Schichten hin, obschon man auf gewöhnliche Weise Nichts von einer spiraligen Streifung wahrnimmt.

Bastzellen mit sehr deutlichen Spiralfasern, welche die innerste Schicht bilden, findet man besonders bei Thuja und Taxus.

Alle jetzt betrachteten versteiften Zellen bestehen aus mehr als zwei Schichten. Es ist klar, dass, wenn auch die Spiralbildung bei jeder Schicht sichtbar ausgeprägt wäre, dieselbe wegen der grossen Anzahl auf einander folgender Lagen nicht deutlich erkannt werden könnte.

§. 479.

Bisher haben wir solche Zellenformen betrachtet, deren verschiedene Schichten gleichförmig, oder doch ziemlich gleichförmig gebildet sind. Die folgenden Beispiele zeigen, dass auch sehr ungleiche Schichten vorkommen können. Ich führe hier zunächst nur zwei Beispiele an.

1) Die Zellen in den Blättern von Sphagnum. (Taf. 12. Fig. 8.) Wir müssen hier grosse und kleine unterscheiden. Die letztern sind schon von *Moldenhawer* erkannt worden; sie begrenzen die grossen. Diese bestehen nach Aussen aus einer scheinbar homogenen Membran, welche sehr grosse Löcher besitzt, an der innern Wand derselben windet sich aber sehr weitläufig ein Spiralfaden. Die kleinen Zellen sind in der Abbildung mit a. bezeichnet. Die Membran der Randzellen desselben Blattes (von Sphagnum squarrosum) ist sehr dick und zeigt spiralige Streifung (b.).

2) Die Spiralfaserzellen in den Antheren der Pha-

nerogamen. Ich habe sie aus Lilium tigrinum (Taf. 12. Fig. 7.) abgebildet. Es sind hier zwei Hauptschichten vorhanden, wovon die äussere, sehr zarte, bisher übersehen ist. Sie besteht aus ungemein zarten, sehr schwer sichtbaren, sich kreuzenden Spiralfasern, also doch wol aus zwei Lagen, welche sich um eine Axe winden, die in der Zeichnung vertikal steht. Die zweite Hauptschicht besteht aus einer verhältnissmässig dicken Spiralfaser, welche sich sehr weitläufig um eine Axe windet, die normal auf der vorigen steht.

§. 480.

Knorpel- und Hornzellen.

Als Beispiel will ich hier nur die Zellen in den „Kaffeebohnen" anführen. Diese erscheinen unter den gewöhnlichen Verhältnissen mit sehr unregelmässig verdickten Wänden. Wenn man sie bloss mit Wasser aufweicht, dann mit Aether und Jodintinctur behandelt, so kommen auf den durchschnittenen Zellenwänden sehr zarte Streifen zum Vorschein (Taf. 11. Fig. 7. b.). Behandelt man sie aber darauf mit Schwefelsäure, so wird erst eine vollständige Anschwellung erreicht, die Zellen zeigen regelmässigere Formen und lassen an der innern Wand spiralige Verdickungen erkennen (Fig. a.), welche sich blau färben, dann zerfliessen und bisweilen noch ein äusserstes Netz einer stickstoffhaltigen Substanz, welche die aufgelösten Theile gleichsam verkittet zu haben scheint, zurück- (oder wenigstens zwischen sich erkennen) lassen.

§. 481.

Holzzellen.

1. Von Viscum album. (Taf. 11. Fig. 6. b. c.) Fig. b. zeigt mehrere Zellen im Querschnitt. Ausser den gewöhnlichen Intercellulargängen (in den Ecken), finden sich noch hohle kleine Räume, wie Vacuolen, an den seitlichen Berührungsstellen der Zellen. Im Innern derselben sieht man netzförmig verbundene Proteïnfasern. Die Zellen sind übrigens mit Salpetersäure behandelt. Fig. c. zeigt den Längendurchschnitt einer solchen Holzzelle mit der durchlöcherten Wand.

2. Holzzellen aus der Wurzel von Laurus Sassafras. Taf. 12. Fig. 1. Die Wände haben sehr grosse Löcher. Ihre Entstehung erkläre ich mir dadurch, dass ich die festen Theile dieser Zellenwände als erhärtete anastomasirende Ströme an-

sehe. Sie werden auch netzförmige Zellen oder Gefässe genannt.

3. Holzzellen aus Guajacum officinale. Taf. 13. Fig. 1. (Poröse Gefässe.) Die Wände sind ziemlich dick und mit sehr vielen kleinen Löchern versehen, welche theils unregelmässig, theils in Schlangenlinien stehen. Ihre Entstehung erkläre ich mir auf dieselbe Weise.

4. Grössere Holzzellen aus der Wurzel von Georgina variabilis. Taf. 12. Fig. 2. a. Sie bestehen, wie die vorigen, aus einer dicken Lage. Die Löcher sind hier länglich und quer. Ich betrachte die Wand als gebildet aus erstarrten und erhärteten Gelinströmen, welche ebenfalls anastomosiren, aber dabei eine vorwaltend spiralige Richtung zeigen. Die übrigen dunkelern Zeichnungen auf der Wand sind die Abgrenzungen der benachbarten kleinern Holzzellen, mit denen die grössern verwachsen sind; sie deuten die Intercellulargänge an, in welchen die Zellenwand immer mehr verdickt erscheint. Auch diese Zellen werden gewöhnlich „netzförmige Gefässe" genannt.

5. Aehnlich, aber kleiner, erscheinen gewisse Holzzellen aus einem Aste von Tropaeolum majus. Taf. 13. Fig. 7. b. In der unten anliegenden Zelle c. sind die Windungen der innern Spirale ziemlich entfernt von einander. Man erklärt sich diese Bildung aus der vorigen entstanden, und zwar auf die Weise, dass die Spiralfasern, welche bei b. hie und da mit ihren Seiten theilweise noch verwachsen sind, durch das Längenwachsthum der Umgebung aus einander gezogen werden, während sich gleichzeitig eine neue Zellenhaut darum bildet, welche fortwächst. Die Querspalten in der obern Figur sind nämlich nicht mit einer Haut nach aussen bekleidet, sondern offen. Noch weiter aus einander gezogen sind die Spiralen bei der Figur d. Die Haut, welche diese Spirale umgibt, ist so fein und zart, dass sie selbst mit den besten Mikroskopen leicht übersehen werden kann. An einigen Stellen ist die Spiralfaser gerissen und die abgelösten Theile haben sich ringförmig vereinigt. Diese Zellen werden sehr lang, so dass man ihr Ende meist nicht finden kann. Vielleicht sind sie auch immer am obern Ende, wo ihr Wachsthum unbegrenzt ist, offen. Wegen dieser Eigenschaft hat man sie Gefässe, Spiralröhren, Ringgefässe u. s. w. genannt. Doch hat man diese Bezeichnung auch auf diejenigen kürzern Holzzellen ausgedehnt, welche in Längsreihen sich vereinigen und bei weiterer Entwickelung durch theilweise oder völlige Auflösung der Scheidewände mit einander in unmittelbare offene Communication treten

und so ebenfalls eine sehr lange Röhre (die aber doch jedenfalls an beiden Enden geschlossen ist) bilden. Man hat diese Formen rosenkranzförmige Gefässe genannt. Es gehören hierher die schon erwähnten grossen Holzzellen der Georginenknollen und der Sassafraswurzel (Taf. 12. Fig. 1. 2.). Dass diese Zellen wirklich communiciren, davon kann man sich bei den Georginenzellen leicht überzeugen, wenn man sie zwischen zwei Platten unter dem Mikroskop drückt, wodurch der Inhalt (Luftblasen und schleimige Flüssigkeiten) aus einer Zelle in die andere überströmt. Bisweilen gelingt auch ein Schnitt so, dass man die Scheidewand mit ihrer grossen Oeffnung wirklich sehen kann, wie ich sie in der Figur a. dargestellt habe.

Solche sogenannte Spiralgefässe, deren Wand aus einer dicht gewundenen Spiralfaser besteht, findet man sehr allgemein bei den Phanerogamen. In der Jugend enthalten sie Saft, mitunter auch Proteïnkügelchen. Letztere habe ich im Blattstiel von Tropaeolum majus sogar einmal grün gefärbt gefunden. In diesem jungen Zustande lassen sie sich abrollen. Im Alter aber verwachsen sie entweder, und bilden sogenannte netzförmige Gefässe oder „Treppengänge". Wie alle alte verholzte Zellen mit grösserm Lumen, sind auch diese Gefässe zuletzt luftführend, wesshalb sie ältere Physiologen für die Athmungsorgane der Pflanzen hielten, die den Tracheen der Insekten zu vergleichen seien.

6. Grosse Holzzellen aus der Sassaparillwurzel. (Treppengänge.) Taf. 13. Fig. 2. Diese Zellen haben ausser dem sehr bedeutenden Lumen auch eine sehr beträchtliche Länge. Desshalb werden sie von andern Physiologen zu den „Gefässen" gerechnet. Die Wand wird aus einer einzigen und ziemlich dicken Spiralfaser gebildet. Wo mehrere solcher Zellen neben einander liegen, vereinigen sich die Spiralfasern gegenseitig; aber in beiden anstossenden Wänden geben sie sich zugleich von einander und es bilden sich dadurch lange Querspalten, welche statt der bekannten runden Löcher die seitliche Communication der verbundenen Holzzellen bewirken. Von einer dazwischen liegenden Membran ist nicht die Spur vorhanden. An den stumpfen Ecken, welche die Wände der Intercellulargänge bilden, sind die Spiralfasern dicht verwachsen.

§. 482.

Bisher haben wir Holzzellen betrachtet, deren Wände aus einer einfachen, aber an sich dicken Gelinschicht besteht. Jetzt betrachten wir diejenigen, wo sich mehrere Schichten deutlich erkennen lassen.

a. Mit gleichartig geformten Schichten. Diese Holzzellen sind sehr häufig; ich führe zwei Beispiele an.

1) Kleinere Holzzellen aus der Georginenknolle. Taf. 12. Fig. 2. b. Sie werden auch Prosenchymzellen genannt. Man versteht unter diesem Namen überhaupt solche verholzte Zellen, welche mehr oder weniger lang gestreckt sind und an ihren Enden mit schiefer Spitze zulaufen. Die Zellen besitzen zwei Wände, welche aus Spiralbändern gebildet sind, und zwar die eine Wand von der aufwärts, die andere von der abwärts gehenden Windung. Wo die Randlinien dieser Bänder sich kreuzen, treten die Bänder in kleinen sich kreuzenden Spalten aus einander.

2) Aehnlich verhält es sich auch mit einer aus Tropaeolum majus dargestellten Holzzelle (Taf. 13. Fig. 7. a.); nur sind statt der sich kreuzenden Spalten sehr kleine runde Löcher vorhanden.

b. Mit ungleichartig geformten Schichten. Von diesen Zellen werden die einen zu den Prosenchymzellen, die andern zu den Gefässen gerechnet.

1) Holzzellen aus Tilia europaea. Taf. 12. Fig. 4. Die äussere Zellenschicht ist durchlöchert; die innere besteht aus einer locker gewundenen Spiralfaser.

2) Holzzellen aus Abies pectinata. Taf. 12. Fig. 3. Es sind hier zweierlei vorhanden; die eine Form a_{II} und a_{III} lässt nur ein Spiralband erkennen, aber die Löcher sind in der Richtung einer entgegengesetzt gewundenen Spirale geordnet. Die andere Form ist dadurch ausgezeichnet, dass man in jeder Holzzelle eine Längsreihe von Löchern bemerkt, deren jedes von zwei concentrischen Kreisen umgeben ist. Der erste rührt von der Erweiterung des Porus nach Innen her, denn sein Lumen ist grösser an der innern, als an der äussern Zellenwand; der zweite Kreis kommt von einer kleinen linsenförmigen Vacuole, welche sich zwischen den zwei sich berührenden Zellen bildet, mit Luft gefüllt ist und anfangs durch den Porus mit den Zellenhöhlen communicirt, später aber durch eine Membran, welche die Vacuole auskleidet, von ihnen getrennt ist. Die Begrenzung dieser Vacuole bildet den zweiten äussersten Kreis um den Porus, wenn man jene in der Lage betrachtet, dass eine ihrer convexen Flächen nach oben, die andere nach unten gekehrt ist (Fig. a_I); hat man aber die convexen Flächen zur Seite, so sieht man sie in der Gestalt wie Fig. b_I. Ueber ihre Entstehung habe ich keine Gewissheit erlangen können. *Schleiden* und mit ihm fast

alle Physiologen der neuesten Zeit sind der Meinung, dass eine Luftblase die Ursache der genannten Vacuolen sei und dass sie sich früher, als der Porus, erzeugen. („Grundzüge u. s. w." I, p. 235.) — Ich vermuthe jedoch, dass flüssige — vielleicht proteïnhaltige — Theile des Zellenkernes die Wände der Zellen beiderseits durchlöchern, sich zwischen ihnen ansammeln, die Wände von einander treiben, dann durch Resorption und gleichzeitige Intercellularströmung nach den obern jüngsten Theilen aufsteigen, wobei zuerst der Inhalt der Vacuole, dann der Poren und zuletzt der Zellen schwindet, und dass die Luft erst eintritt und diese Räume sichtbar macht, wenn jene schleimig-flüssigen Theile erst verschwunden sind. Diese Zellen zeigen inwendig sehr weitläufige Spiralfasern.

Dasselbe Tannenholz lässt noch Holzzellen (Fig. a_{II} und a_{III}) erkennen, welche durchlöchert sind und aus einem Spiralbande gebildet zu sein scheinen.

3) Zellen mit unbegrenztem Spitzenwachsthum aus dem Stuhlrohr. (Gefässe.) Taf. 12. Fig. 5. und 6. — Die erste Figur zeigt eine sehr regelmässig netzförmige äussere Zellenschicht. Nur die erstarrten netzförmigen Ströme bilden dieselbe; eine continuirliche, die netzartig verknüpften Fäden umspannende homogene Haut ist durchaus nicht vorhanden. An der innern Wand dieser netzförmigen Zellenhaut windet sich ein einfacher Spiralfaden. Die zweite Figur (6.) zeigt den innern Spiralfaden in weitläufigern Windungen. Derselbe spaltet sich auch an einigen Stellen. Von aussen wird dieses Gewinde von einer überall geschlossenen Haut umgeben, welche auf ihrer Aussenfläche erhabene und erstarrte Strömchen in sich kreuzenden doppelten Schlangenlinien zeigt, welche wieder hie und da anastomosiren, wodurch selbst bisweilen unregelmässige netzförmige Bildungen entstehen. Ich halte die Strömchen für eine dritte äusserste Schicht, welche sich später, als die beiden andern gebildet hat. Ist diese Annahme richtig, so wäre hier ein Beispiel vorhanden, wonach auch Verdickungsschichten an der Aussenwand der Zelle abgelagert werden. Ich muss hierbei bemerken, dass diese Zellen- oder Gefässformen nicht häufig in dem Stuhlrohr vorkommen, und dass man sie auch nicht immer in ganz gleicher Art wieder antrifft. Man muss dasselbe durch Kochen mit Salpetersäure präpariren. Fig. 5. habe ich in einem Präparate bemerkt, das noch mit Jodintinctur und Schwefelsäure behandelt worden war, das Netzwerk war braun violet gefärbt, wesshalb es sehr deutlich erschien.

§. 483.

Nachträgliches. Sollten diejenigen „Gefässe", welche ich für sehr lange Zellen mit unbegrenztem Spitzenwachsthum halte, in der Entwickelung der verschiedenen Schichten ein umgekehrtes Verhältniss zeigen, als die andern Zellen? Ich bin sehr geneigt, ein solches anzunehmen; denn bei allen, welche die Spiralfaser als innerste Schicht besitzen, ist diese schon deutlich vorhanden, ehe man von einer äussern umschliessenden Haut etwas bemerkt. Junge „Gefässe" bestehen nur aus einer mehr oder weniger dichtgewundenen Spiralfaser. Diese tritt oft auch doppelt, dreifach und noch mehrfach auf. Die Vervielfältigung scheint durch Spaltung zu geschehen; denn es wächst die Faser ebenso in die Breite als in die Dicke. Wo sie vorherrschend in die Breite wächst, da entstehen Bänder, wie in den im vorigen §. (a.) angegebenen Formen. Kommen bei diesen Bändern Spaltungen vor, dann entstehen mehrere Spiralfasern, welche parallel neben einander liegen. Solcher Beispiele findet man häufig, besonders schön aber im Pisang. Die Spiralbänder, welche keine, oder nur sehr undeutliche parallele Streifung erkennen lassen, spalten sich gar nicht, oder die Spaltung ist nur oberflächlich.

Wenn die Spiralfasern nur in die Dicke und nicht in die Breite wachsen, dann werden sie auch zu Bändern, aber ihre Stellung und Entwickelung ist dann verschieden von den vorigen, indem die eine Seite des Spiralbandes, welche nach aussen liegt, grösser ist als die innere; letztere erstreckt sich daher mehr oder weniger in den innern Zellenraum hinein und verkleinert dadurch dessen Lumen. Beispiele liefern die schon angeführten Holzzellen der Linde. Man kann diese Formen (zum Unterschiede von jenen Spiralbändern) nach *Schleiden's* Vorgange Spiralplättchen nennen. *Schleiden* führt sie in Holzzellen von Mamillaria quadrispina an, *Harting* und *Mulder* bilden sie aus Mamillaria prolifera und pusilla ab. („Physiol. Chemie", Taf. VI. Fig. 53—59.) Die Spiralplättchen sind hier schon proteïnhaltig, wie alle ältern Spiralfäden, während die sie umschliessende Haut noch aus reiner Gelinsubstanz besteht; ein Beweis, dass jene älter sind, als diese! Dasselbe Verhältniss zeigt sich auch in den „Gefässen" anderer Pflanzen.

Die Ringe der Ringzellen oder sogenannten Ringgefässe liegen oft weitläufig, vereinzelt und lose in einer Zelle, oder auch in einer Höhlung, in welcher man keine besondere Zellenmembran erblickt. Man findet sie so häufig, dass man die erste

beste krautartige Pflanze (z. B. eine Wicke) darauf untersuchen kann. Alle diese Zellen, selbst die sogenannten Gefässe, sind in ihrer Jugend mit einer zarten Proteïnhaut ausgekleidet.

§. 484.

Knochenzellen.

Ich führe von diesen mehrere Beispiele an:

1. Knochenzellen in den Samen von Phoenix dactylifera. Taf. 11. Fig. 4. — Fig. a. b. sind braun gefärbte Zellen aus der äussern Zellenschicht. Sie werden nicht durch Jodintinctur und Schwefelsäure blau und scheinen bloss aus Lignin im Gemenge mit Proteïn zu bestehen. Sie zeigen zahlreiche Schichten und mehrere Poren. Das Lumen ist sehr klein und obliterirt bisweilen. — Fig. c. ist eine Zelle des innern Eiweisskörpers. Sie besteht aus Gelinschichten, die durch die bekannte Reaction blau werden.

2. Knochenzellen aus dem Eiweisskörper von Phytelephas macrocarpa. Taf. 11. Fig. 2. — Die Porenkanäle sind sehr zierlich, ziemlich gross und am äussern Ende erweitert. Die sehr dicke und harte Zellenhaut lässt keine Schichten erkennen, sondern erscheint homogen. Selbst die Begrenzung der Zellen ist nur schwierig wahrzunehmen. Sie bestehen durchweg aus Gelin.

3. Knochenzellen (oder versteinte Zellen) aus der steinigen Hülle einer Pflaume (Prunus domestica). Taf. 11. Fig. 5. — Sie sind ungewöhnlich dick und besitzen ein sehr kleines, fast verschwindendes Lumen, von welchem aus sich verzweigende Porenkanäle bis in die äusserste Schicht erstrecken Diese, so wie alle übrigen Schichten sind siebförmig durchlöchert. Man überzeugt sich davon, wenn man die Zellen zuerst mit Salpetersäure kocht, dann mit Schwefelsäure behandelt. Durch Bearbeiten der Zellen mit einem Platinspatel lassen sich die Schichten wie Schalen ablösen, und diese sind voller Löcher (Fig. d.). — Der Durchschnitt einer solchen Zelle zeigt übrigens, dass sich noch andere Spalten und Gänge zwischen den verschiedenen Schichten finden und dass der Porenkanal sich bald verengt, bald erweitert, bald verästelt oder seine Richtung ändert (Fig. c.). — Noch auffallendere Erweiterungen und labyrinthische Verzweigungen dieser Gänge zwischen den verschiedenen Zellenschichten hat *Schacht* in den Holzzellen von Hernandia sonora und Caryota urens nachgewiesen. („Bot. Zeitg.", 1850, 697 fg.)

4. Knochenzellen aus dem Stengel von Hoya carnosa.

Taf. 11. Fig. 3. — Sie sind in der Jugend durchlöchert und reagiren auf Gelinsubstanz, im Alter aber bestehen sie aus Lignin und Proteïn. Die innere Wandfläche zeigt mitunter schwache spiralige Streifung.

§. 485.

Amylzellen. Wir haben schon öfter bemerkt, dass bei den Flechten Amylzellen vorkommen, z. B. in den Früchten als sogenannte Sporenschläuche, so wie bei Cetraria islandica im Laube. Auch bei den Phanerogamen sind dieselben gefunden, z. B. in dem Leinsamen, so wie im Embryo von Schotia latifolia u. A. (Vergl. §. 391.)

Es bieten diese Formen keine Erscheinungen dar, welche nicht schon unter den Bassorin- und Gelinzellen erörtert worden wären.

§. 486.

Proteïnzellen. Die Pollenkörner der Phanerogamen und die Keimzellen (Sporen) vieler (aller?) Cryptogamen sind wahre Proteïnzellen, d. h. Zellen, welche von Haus aus bei ihrer Entstehung aus Proteïnsubstanz gebildet werden. Sie bilden sich durch Verdickung der Proteïnhaut, welche die äusserste Grenze des Zellenkerns ausmacht und stellen diesen Zellentheil, welcher bei den gewöhnlichen Zellen vorübergehend ist (indem er bei alten Gelinzellen mehr oder weniger durch Resorption verschwindet), als bleibend dar. Nur bei den Algen verdickt sich die Proteïnhaut nicht, sondern bleibt dünn, obschon sie eine gewisse Festigkeit erlangt. Wir wissen aus dem Beispiel, welches ich von der Gelinzellenbildung bei Anthoceros laevis (§. 445) mitgetheilt habe, dass diese Proteïnzelle sich auch hier unter einer Gelinhülle erzeugt und dass diese letztere erst später durch Auflösung schwindet und die Proteïnhülle als äusserste Schicht zurücklässt. Bei der Pollenbildung der Phanerogamen kommt dieselbe Erscheinung vor. Aber die meisten Algen behalten nach der Ausbildung der Sporenzelle, deren unmittelbare Hülle oder eigentliche Zellenwand aus einer nur dünnen Proteïnhaut gebildet ist, jene Gelinhülle als gallertartigen Sporenmantel — welchen man mit dem Samenmantel der Phanerogamen vergleichen könnte — bei. (Vergl. „Phycolog. generalis", Tab. 22. I. 8. a. b. — II. 2. c. — Tab. 35. Fig. 2. 3. und viele Andere.) — Auch bei den Trüffelsporen kommt ein ähnliches Verhältniss vor. (Vergl. §. 432. b.)

Bei allen diesen Formen kommen noch folgende ganz eigenthümliche Erscheinungen vor, welche die Proteïnzellen ebensowol

in Hinsicht ihrer Bildung, als auch ihrer besondern Fähigkeit, andere Zellen auf eigenthümliche Art zu reproduciren, auszeichnen, und dadurch den übrigen Zellenformen gegenüber treten:

1) Alle Proteïnzellen sind, nach Beschaffenheit ihrer Art, an ihrer innern Wand mit einer oder mehreren sehr dünnen Gelin- oder Bassorinhäuten ausgekleidet. Diese Auskleidung macht hier die äusserste Grenze des Zellenkerns aus und verhält sich zur Proteïnzelle, wie die auskleidende Proteïnhaut (*Mohl's* Primordialschlauch) zur Gelin- und Bassorinzelle.

2) Wenn bei den früher besprochenen Zellen der weitere Inhalt des Zellenkerns oft vorwaltend aus Proteïnsubstanzen besteht, so besteht derselbe hier oft vorwaltend aus stickstofffreien Stoffen, welche entweder zum Amylon, Bassorin, Gelin oder zu den ölartigen Substanzen gehören. Alle sogenannten Sporen der Laub- und Lebermoose, welche ich bisher untersuchte, enthalten beträchtliche Mengen eines Oeles, namentlich die von Riccia. Die Algensporen dagegen enthalten viel Amylon. Die Pollenkörner enthalten beides, nebst einem Schleim, welcher mehr oder weniger proteïnhaltig ist.

3) Die ausgebildeten Proteïnzellen sind stets von ihrem Inhalte, der (mit Ausnahme der Oele) zuletzt fest wird, ganz gefüllt (Vollzellen).

4) Die fertigen Proteïnzellen sind so dauerhaft, dass sie den Einwirkungen der stärksten Säuren widerstehen;

5) Sie zeigen auf ihrer Oberfläche theils netzförmige, theils warzige, stachelige oder andere Erhabenheiten.

6) Die Stacheln sind erstarrte Radialströme aus der Entwickelungszeit her, wo die Proteïnzelle ihre Gelinmutterzelle bildete, und daher noch die Function des Zellenkerns ausübte. (§. 445.)

7) Die Warzen sind nur verkürzte und abgerundete Stacheln.

8) Die netzförmigen und andern Zeichnungen sind erstarrte netzförmige Strömchen, und daher den netzförmigen und andern Zeichnungen, welche wir bei den Gelinzellen kennen gelernt haben, zu vergleichen.

9) Die Löcher, welche in den Proteïnzellen häufig vorkommen, sind denen in der Gelinzelle gleich zu achten; sie sind aber in jenen oft regelmässig geordnet und ihre Entstehung hängt — wenigstens bei den Sporen von Riccia und Anthoceros — damit zusammen, dass die Zwischenräume des Stromnetzes sich nicht ausfüllen.

10) Alle Proteïnzellen treten nur isolirt auf, sie bilden nie

ein eigenes Gewebe, besitzen aber die Eigenschaft, dass sich bei hinreichender Feuchtigkeit und Wärme der Inhalt entwickelt.

11) Die Entwickelung beginnt damit, dass die Feuchtigkeit entweder durch die dünne Haut der Proteïnzelle, oder — wenn die Haut sehr dick ist — durch die Löcher eindringt, den schleimigen Inhalt anschwellt, wodurch derselbe die Proteïnzelle — gewöhnlich an einer bestimmten Stelle — durchbricht, und während die eingeschlossene Gelin- oder Bassorinhaut wächst, dehnt sich dieselbe zu einer Zelle mit Spitzenwachsthum aus, die sich späterhin durch Theilung vermehrt und daher die erste Anlage zu einer Neubildung ist. Die Entwickelung des Inhalts ist also mit einer Zersprengung und Abwerfung der Proteïnhülle verknüpft; sie ist eine wahre Enthüllung, deren nächstes Resultat eine Gelin- oder Bassorinzelle mit mehr oder weniger flüssigem Inhalte ist. Man kann daher auch sagen, dass die Proteïnzellenbildung mit einer Entwässerung und Verdichtung des Zellenkerns; — die Gelin- und Bassorinzellenbildung aber mit einer Bewässerung und Verdünnung desselben verknüpft ist.

Man hat wegen der Eigenschaft der Proteïnzellen, Gelin- und Bassorinzellen zu entwickeln, dieselben auch Reproductionszellen und die andern Vegetativzellen genannt. Diese Benennungen sind aber sehr unpassend, denn jede Zelle — ohne Ausnahme — kann sich reproduciren, so wie jede vegetirt, welcher Art sie auch ist, obschon dabei jede Zellenart ihre Eigenthümlichkeit zeigt.

§. 487.

Kieselzellen der Bacillarien. Sie wurden von mir im Jahr 1834 entdeckt und zeigen manche Eigenthümlichkeiten. Wir haben schon früher (§. 337) bei der Kieselsäure erwähnt, dass die Equisetaceen und Gramineen in ihrer Rindenschicht Zellen besitzen, welche mit Kieselsäure überzogen sind. Dieser Ueberzug ist eine blosse Incrustation. Die Kieselsäure steht dabei in keinem organischen Zusammenhange mit den incrustirten Zellen, im Gegentheil hebt sie die organische Verbindung der Gelinzellen unter einander auf, indem sie sich als undurchdringliche Intercellularschicht zwischen dieselben schiebt. Die scheinbar organischen Formen, welche sie nach Entfernung der weichen Zellen zeigt, sind von diesen geborgt; sie haben nur den Werth von Abdrücken.

Anders verhält es sich mit den Kieselzellen der Bacillarien. Zwar ist ihre Entstehung noch nicht so genau beobachtet, wie

die der abgehandelten Zellenarten, aber alle Verhältnisse deuten darauf hin, dass dieselbe auf ähnliche Weise stattfinde.

Wenn wir den Bau einer solchen Kieselzelle genau untersuchen, so finden wir innerhalb der Kieselzelle einen Zellenkern, der von dem der Gelin- und Bassorinzellen nicht wesentlich verschieden ist. Denn die innere Wand derselben wird von einer sehr zarten Proteïnhaut ausgekleidet, auf welche fast immer eine zweite, durch Chlorophyll mehr oder weniger grün gefärbte Schicht folgt, die entweder körnig ist (wie bei Melosira orichalcea, salina u. s. w.), oder eine mehr oder weniger zusammengeflossene einfache Masse, oder in mehrere Stücke getheilte Querbinden bildet. In dieser Schicht scheiden sich häufig Oeltröpfchen aus, welche sie unterbrechen und oft sonderbare Formen erzeugen, indem sie das eine Mal in grössere Tropfen zusammenfliessen, oder in kleinere vertheilt und verschiedenartig gestellt sind. In dieser Schicht ist auch noch ein beträchtlicher Gehalt an Eisenoxyd vorhanden, wodurch die braune und gelbe Färbung der Bacillarien zum Theil hervorgerufen wird. *Ehrenberg*, welcher die Bacillarien als Infusorien betrachtet, hat die Oeltröpfchen irrthümlich für männliche Samendrüsen und den gefärbten Inhalt für Eierstöcke gehalten. Die Kieselschale selbst, welche diesen Zellenkern umgibt, zeigt ziemlich alle Formen, welche wir auch bei den Gelin- und Proteïnzellen finden. Viele sind ganz glatt, so dass sich weder Striche noch Punkte wahrnehmen lassen, die meisten haben aber innere Verdickungsschichten, welche charakteristische Zeichnungen darbieten. So finden wir sich kreuzende Spirallinien bei Melosira decussata (cf. *Kützing*, „Kieselschalige Bacillarien", Taf. 3. Fig. VII.), Surirella ornata (ebend. Fig. LIV.); dünnere oder dickere Querstreifen, welche den Treppengängen und Spiralplättchen entsprechen, bei Surirella und Navicula (ebend. Taf. 3. Fig. LX. LXI. LXII. — Taf. 4. Fig. VII. VIII. XVIII—XXIV.), auch bei Synedra (ebend. Fig. XXXIV. XXXVII.) und vielen andern Gattungen; verschiedene leistenförmige Vorsprünge, punkt- oder warzenförmige Erhabenheiten, netzförmige Zeichnungen (ebend. Taf. 1. Fig. XVI.), siebförmige Durchlöcherungen (Cascinodiscus, ebend. Fig. XVIII.), selbst grössere Durchbohrungen der Scheidewände, nach Art der Gefässe, welche durch Verbindung der Zellen entstanden, bei Tetracyclus lacustris (Taf. 29. Fig. 70.), Grammatophora gibba (ebend. Fig. 78) u. m. A.

§. 488.

Alle diese Kieselzellen vermehren sich durch Theilung innerhalb einer Mutterkieselzelle, welche aber nicht, wie die Gelinmutterzelle, resorbirt wird, sondern als eine dritte äussere Lage bleibt. Sie ist nur als ein Rudiment zu betrachten.

§. 489.

Eine weitere wichtige Erscheinung ist die Absonderung einer vierten Schicht, der Schleimschicht, welche aus den Oeffnungen der Kieselzelle heraustritt und dieselbe rings umgibt. Bei vielen Bacillarien ist sie in einem halbflüssigen Zustande und bleibt auch in demselben. In andern Fällen ist sie etwas fester; sie fliesst, wenn mehrere Individuen neben einander liegen, zu einer gemeinsamen Matrix zusammen, in welcher die Kieselzellen eingeschlossen liegen. Sie entwickelt sich aber auch in den höhern Formen zu einer festern und geschlossenen Hülle, welche als eine vierte äussere Schicht, oder als ein Mantel der Kieselzellen betrachtet werden kann, der mit der Cuticula anderer Pflanzen Aehnlichkeit hat; nur ist er nicht stickstoffhaltig, sondern besteht aus reiner Bassorinsubstanz, nicht aus Gelin, wie ich bisher irrthümlich in meinen algologischen Werken angegeben habe. Vermittelst dieses Mantels verbinden sich die Kieselzellen zu einem besondern Kieselzellgewebe. Hierbei will ich nur noch bemerken, dass die Bassorinsubstanz bei manchen Zellen besonders an dem einen oder andern Ende vorzugsweise abgesondert wird, wodurch sich ein Stielchen bildet, welches die Kieselzellen trägt, z. B. bei Achnanthes; bei Gomphonema, Rhipidophora u. a. spaltet sich oft dieses Stielchen (*Kg.* „Bacill.", Taf. 8—13.); bei Diatoma, Grammatophora u. a. werden die Kieselzellen durch dieses Stielchen kettenförmig verbunden (ebend. Taf. 17. 18 19.) [6]).

§. 490.

Zellenbewegungen.

Wir müssen zweierlei Zellenbewegungen unterscheiden, nämlich lebhafte, welche mit einer sichtbaren Ortsveränderung des ganzen Zellenindividuums verknüpft sind, und langsame, die man nicht mit den Augen verfolgen und wahrnehmen kann, daher erschlossen werden müssen.

Zu den letztern gehören diejenigen, welche als reine Wachsthumsphänomene zu betrachten sind, und im folgenden Capitel besprochen werden sollen; zu den erstern aber gehört das so-

genannte Schwärmen der Zellen. Jenes ist oft mit der Verwachsung, dieses mit der Trennung der neugebildeten Zellen verbunden.

Jede dieser Bewegungsarten ist von der Art der Zellenbildung abhängig, so, dass keine Zelle, welche eine deutliche Gelinhülle besitzt, schwärmt, und keine mit einer andern verwächst, bei welcher die äussere Hülle aus Proteïnsubstanz gebildet ist.

§. 491.

Wir betrachten jetzt die sogenannten Schwärmzellen. Diese sind Proteïnzellen und entstehen auf folgende Weise:

In einer Bassorin- oder Gelinzelle, welche noch in jugendlicher Thätigkeit sich zeigt, trennt sich der Zellenkern von der innern Wand der Aussenzelle und isolirt sich innerhalb des Zellenraums als eigne selbständige Proteïnzelle. Diese zeigt schon jetzt Bewegung, ähnlich der eines Infusionsthierchens, welches in einen engen Raum eingesperrt ist und nach einem Ausgang sucht. Endlich aber bohrt sich diese Proteïnzelle eine Oeffnung in die umgebende Zelle, drängt sich aus derselben heraus und schwärmt nun in dem umgebenden Wasser in unbestimmten Curven, drehend und wälzend herum. So ist es bei Vaucheria clavata.

Bei andern Algen, z. B. Cladophora, Draparnaldia, Stigeoclonium, theilt sich der Zellenkern erst in mehrere, oft sehr zahlreiche Tochterzellen, welche sich ebenfalls schon innerhalb der Mutterzelle in beschränkter Weise bewegen, dann einzeln durch eine seitliche Oeffnung der Zellenwand entweichen und im Wasser umherschwärmen. Bei Cladophora elongata (Taf. 15. Fig. 2.) schien es mir, als wenn die Schwärmzellen etwas schrauben- oder schneckenförmig gestaltet wären.

Bei diesen Zellen trifft man noch folgende Erscheinungen an:

1) Sie besitzen, so lange sie noch umherschwärmen, eine länglich-runde, oder eiförmige Gestalt.

2) Das spitzere Ende ist vorn und der Zelleninhalt, der gewöhnlich grün gefärbt ist, tritt hier von der sehr zarten Zellenhaut zurück, woher es kommt, dass dieses nach vorn gerichtete Ende farblos erscheint und bisweilen das Ansehen eines Einschnitts der Zelle erhält.

3) Die Oberfläche ist entweder ganz, oder nur an einigen Stellen einzeln, mit sehr zarten schleimigen Wimperhärchen bekleidet, welche während des Schwärmens eine flimmernde Bewegung zeigen. Die Zellenhaut selbst hat noch kein Beobachter mit Sicherheit sich zusammenziehen und ausdehnen sehen.

4) Die Bewegung hat mit der der Infusorien so grosse Aehnlichkeit, dass sie Männer wie *Ehrenberg* getäuscht hat, welcher daher auch viele der Schwärmzellen als „Mageninfusorien“ in seinen Werken beschrieb.

5) Manche Schwärmzellen, welche durch Chlorophyll grün gefärbt sind, bekommen an gewissen Stellen einen kleinen rothen Fleck, welcher von *Ehrenberg* als Augenpunkt gedeutet worden.

6) Das Schwärmen hält nur eine kurze Zeit an, höchstens wenige Minuten, worauf sich die Proteïnzelle, welche gleichsam als selbständig gewordener Zellenkern auftritt, sich ruhig niederlegt und mit einer Bassorin- oder Gelinhülle umkleidet u. s. w.

7) Nicht immer kommen diese Zellen zum Schwärmen, sondern es kommt auch vor, dass die genannte Bassorin- oder Gelinhülle sich noch innerhalb der Mutterzelle erzeugt, worauf sie von hier aus sich weiter entwickeln, ohne geschwärmt zu haben. (Vergl. Ulothrix zonata in meiner „Phycologia generalis“, Tab. 80.)

Die Ursache dieser Bewegung ist noch nicht ermittelt. Es ist sogar die Frage, ob die Wimpern — die ich mit den, beim Zellenkern so häufig vorkommenden, Radialströmchen vergleiche — die Bewegung der Zelle hervorrufen; es kann auch sein, dass ihr Flimmern erst eine Folge des bewegten Körpers, und mit dem Zittern eines Stockes zu vergleichen ist, den man mit der Spitze senkrecht in einen schnell fliessenden Wasserstrom hält. Einige Physiologen haben den Grund dieser Bewegung in der Endosmose und Exosmose gesucht.

§. 492.

Auch die Kieselzellen der Bacillarien bewegen sich frei im Wasser, wenn sie sich aus ihrer Schleimhülle losmachen können. Die Richtung ist gewöhnlich geradlinig; nur äussere Gegenstände, welche im Wege liegen, ändern diese Richtung um. *Ehrenberg* gibt an, dass die Bewegung durch einen Fuss geschehe, den das vermeintliche Thier aus der Kieselschale herausstrecke. Dieser Fuss ist aber nichts weiter, als ein formloser Bassorinschleim, der die Kieselzelle ungleich umgibt. Bei Surirella Gemma hat *Ehrenberg* bewegliche Wimpern beobachtet, welche „das Thier“ durch die Löcher seiner Schale herausstrecken soll. Diese Wimpern können nur von der Proteïnmembran des Zellenkerns herrühren. Es kommen übrigens bisweilen Formen vor, welche überall mit sehr zarten Schleimhärchen bedeckt sind, die sich nicht bewegen.

Die Bewegung der Bacillarien ist viel langsamer, als die der

Schwärmzellen, dabei aber kräftig genug, dass durch die Körperchen kleine im Wege liegende Gegenstände mit fort oder zur Seite geschoben werden.

§. 493.

Bewegungen von Spiralfasern.

Ich habe schon §. 491 bemerkt, dass mir die Schwärmzellen von Cladophora elongata etwas schrauben- oder schneckenförmig gewunden erschienen wären. Nun finden sich aber in gewissen Zellen, den „Antheridien" der Charen, Laub-, Lebermoose und Farrnkräuter noch kleinere Schleimzellen, die mit einem kurzen Spiralfaden ausgekleidet sind. Bringt man diese Zellen ins Wasser, so löst sich der Spiralfaden von der umgebenden Zellenwand ab und bewegt sich drehend um seine Axe, wobei er — nach Art der archimedischen Schraube — eine progressive Bewegung machen muss. Bei den Antheridien von Polytrichum commune habe ich jedoch gesehen, dass die meisten Spiralfäden sich drehend in ihrer Hülle bewegten und nur wenige dieselbe verliessen. Es kommen übrigens kleine Abänderungen in der Form dieser Spiralfäden vor und bei einigen sind sogar Wimpern nachgewiesen worden. Sie bestehen aus Proteïnsubstanz und gehören daher zum Zellenkern [7]).

Die Bewegungen, welche die Spirulinaarten zeigen, sind anderer Art. Wo die Proteïnfaser, aus welcher sie zum Theil bestehen, dicht gewunden ist, stellt sie einen hohlen Cylinder dar, welcher sich selbst wieder an seinen Enden durch spiralige Krümmungen bewegt, ganz wie die Oscillarienfäden.

Zweites Capitel.

Das Zellengewebe.

§. 494.

Wie die Moleküle sich zu Gruppen, oder zu Fasern und flächenförmigen Gestalten vereinigen, und die letztern wieder blasenartige Gebilde erzeugen, die wir als Zellen kennen gelernt haben, so kommen ganz ähnliche Wiederholungen von Verbindungen auch

bei den Zellen vor. Diese Verbindungen werden unter dem Namen „Zellengewebe" begriffen.

Die Bildung des Zellengewebes beruht ganz auf dem Wachsthum der Zelle; es ist eigentlich erst die Vollendung ihrer Entwickelungsgeschichte.

Das Wachsthum der Zelle ist zugleich auch mit ihrer Fortpflanzung verbunden. Die Fortpflanzung hat wieder die Vermehrung in ihrem Gefolge. So entstehen Generationen und Generationsreihen. Sowol Generationen als Generationsreihen können nach ihrer fertigen Bildung mehr oder weniger vereinigt und durch eine Umhüllung scharf begrenzt sein; in diesen Fällen entsteht immer eine zusammengesetzte Zellenform, das Zellengewebe. Fehlt die gemeinsame Hülle und liegen die Zellengenerationen lose neben einander, so entsteht ein blosses Zellenaggregat. Zellenfamilien entstehen in beiden Fällen.

§. 495.

Wir können drei verschiedene Bildungsarten des Zellengewebes unterscheiden, nämlich:

1) Durch Bildung neuer Zellen an der Aussenseite einer Mutterzelle.

2) Durch Bildung neuer Zellen im Innern einer Mutterzelle.

3) Durch Copulation oder Verwachsung fertiger Zellen.

§. 496.

Der erste Fall kommt bei der Hefe vor, wo die verschiedenen Generationen nach ihrer Ausbildung sich nicht trennen, sondern verbunden bleiben. Auch Stereonema zeigt ähnliche Verhältnisse (§. 430).

Der zweite Fall ist bei weitem der häufigste und allgemeinste, und bietet die mannigfaltigsten Verhältnisse dar, die wir ganz besonders zu betrachten haben.

Der dritte Fall endlich zeigt sich besonders bei den Algen unter der Familie der Zygnemeen. Ich habe auf Taf. 17. Fig. 6. 7. 8. drei Copulationsformen abgebildet, welche ebenso viel verschiedenen Gattungen angehören. Die erste (Fig. 6.) ist Sirogonium notabile; sie zeichnet sich dadurch aus, dass zwei Zellen zweier neben einander liegender Zellenreihen sich gegen einander biegen, dann zusammenwachsen und endlich nach Verflüssigung der verwachsenen Zellenwände in offene Communication treten, worauf der Inhalt der einen Zelle (der ganze Zellenkern) in die andere übertritt, sich mit dem Inhalt dieser zu einem Ballen

vereinigt, welcher eine Gelinhaut — den Sporenmantel — um sich entwickelt. Die zweite Copulationsform (Fig. 7.) ist Zygnema stellinum, hier legen sich ebenfalls zwei (bisweilen drei und vier) Zellenreihen neben einander, jede Zelle wächst zu einem warzigen Vorsprung aus, welcher auf halbem Wege dem der Nachbarzelle entgegenkommt, bis beide sich berühren, dann verwachsen und zuletzt eine offene communicirende Röhre zwischen den verbundenen Zellen bilden, durch welche sich ebenfalls der Inhalt der einen Zelle in die andere ergiesst, sich mit dem Inhalte derselben vermischt, zu einem Ballen formt und sich zuletzt ebenfalls mit einem Gelinmantel bekleidet. Bei der dritten Gattung Mesocarpus (Fig. 8.) verhält es sich ähnlich, nur findet der Unterschied Statt, dass der Inhalt der beiden copulirten Zellen sich in der Communicationsröhre sammelt und hier zur Sporenzelle sich entwickelt.

§. 497.

Die Bildung des Zellengewebes durch Entwickelung neuer Zellen und Zellengenerationen, innerhalb einer Mutterzelle, wird nach der Art und Form der letztern mehr oder weniger modificirt. Die meisten Fälle sind zwar der Art, dass die Neubildung durch selbständige innere Zellenthätigkeit hervorgerufen wird, es kommen aber auch solche Fälle vor, wo die jungen oder neuen Zellen in eine alte hineingebildet werden, so dass die letztere nicht als die Erzeugerin jener angesehen werden kann. Man kann ein solches Verhältniss dadurch bezeichnen, dass man die alten „Stiefmutterzellen", die jungen „Stieftochterzellen" nennt. Beispiele der Art sind bisher nur bei den sehr lang gestreckten Zellen (Gefässen) mit grösserm Lumen beobachtet worden, wo man diese Gebilde Thyllen genannt hat. Ein Ungenannter hat in der „Botanischen Zeitung" (1845, Sp. 225 fg.) ausführlichere Beobachtungen darüber mitgetheilt. Die sogenannten Gefässe vieler einheimischen Laubbäume (Eichen, Ulmen, Wallnussbäume, Kastanienbäume, Eschen, Holunder, Weinstock, Maulbeerbäume, Robinien) und anderer Pflanzen zeigen in einem gewissen Alter ihre Höhlung ganz oder theilweise mit Zellen ausgefüllt, welche ein neues Zellenleben in diesen Räumen begründen, indem sie sich vermehren und mit einander verwachsen. Nach den Untersuchungen jenes Ungenannten entstehen sie auf die Weise, dass ein Theil der Wand einer Nachbarzelle, welche dicht an der Gefässzelle anliegt, durch den Porus oder einen Spalt der letztern sich hineindrängt (hineinwächst). Der hineingedrungene Theil

dehnt sich hier immer weiter aus und bildet sich allmälig zur Zelle um, indem er sich wahrscheinlich zuletzt abschnürt. Anfangs ist die Thyllenzelle immer noch mit der Nachbarzelle, die sie bildete, in offener Verbindung.

§. 498.

Der bei weitem häufigste und wichtigste Fall der Zellengewebsbildung ist der, wo die Bildung von Tochterzellen innerhalb einer Mutterzelle statt hat. Diese Tochterzellen entstehen durch Theilung des Zellenkerns, welcher innerhalb der Mutterzelle um jeden abgesonderten Theil eine Gelinhülle entwickelt. Die so entstandenen Tochterzellen können lose neben einander liegen, oder auch mehr oder weniger fest mit einander verwachsen. Das Verwachsen ist immer mit einer flüssig-schleimigen Beschaffenheit der Aussenwand der jungen Tochterzellen verknüpft. *Mohl* hat die schleimige Beschaffenheit durch die Annahme einer besondern Substanz, welche er Intercellularsubstanz genannt hat, zu erklären versucht; *Wigand* hat jedoch kürzlich in einer besondern Schrift („Intercellularsubstanz und Cuticula", Braunschweig, 1850) darzuthun versucht, dass eine „zwischen den Zellen gelagerte, sei es selbständige oder aus den Zellen abgesonderte sogenannte Intercellularsubstanz", welche die Zellen mit einander verkitte, nicht existire. Ich kann seine Untersuchungen, so weit ich sie zu prüfen Gelegenheit hatte, nur bestätigen und stimme im Allgemeinen auch seinen Ansichten bei, dass nämlich Vieles, was man für Intercellularsubstanz bisher in Anspruch nahm, zur Zellenwandung selbst mit gehört; aber ich glaube doch, dass wir dadurch die Intercellularsubstanz nicht los werden, sondern dass wir nur eine andere Vorstellung mit dieser Benennung zu verbinden haben.

So viel steht nämlich fest, dass die Substanz der Zellenwand während ihrer Entstehung und Fortbildung in den verschiedenen Schichten nach innen und aussen nicht gleiche Festigkeit und Consistenz hat. Sie ist wenigstens in jungen und in allen lebhaft vegetirenden Zellen an der Aussenseite in einem flüssigen oder halbflüssigen Zustande. Das ist namentlich häufig bei den grössern Seealgen der Fall, z. B. Hafgygia, Lessonia, Durvillaea. Alle drei Gattungen besitzen Schleimgefässe, welche nicht mit den sogenannten Gummigängen verwechselt werden dürfen, weil jene eine normale Bildung sind, diese aber zu den krankhaften Erscheinungen gehören. In jenen Schleimgefässen sammelt sich immer die flüssige schleimige Zellensubstanz an,

welche auch hervorquillt, sobald man andere Theile der genannten Pflanzen durch einen Schnitt verletzt. Diese Substanz kann man daher „Intercellularsubstanz" oder wenn man will auch „Extracellularsubstanz" nennen. Die Zellenwände dieser Algen, so wie der Schleim, bestehen aus Gelinsubstanz. Weiteres hierüber werde ich bei der Cuticula erwähnen.

§. 499.

Wo die Aussenseite der Tochterzellen nicht mit dieser Intercellularsubstanz bekleidet ist, wo namentlich die äussere Wand consistenter ist, als die innere, da findet auch keine Verwachsung der Zellen Statt; dasselbe ist auch der Fall, wenn Tochterzellen den innern Raum der Mutterzelle nicht ausfüllen; sie liegen dann unverbunden neben einander.

Beispiele hierzu liefern die Gloeocapsaarten (Taf. 17. Fig. 2. 3.).

Die Mutterzelle, welche die Tochterzellen erzeugt hat und noch umschliesst, wächst dabei bis zu einem gewissen Grade mit fort. Dieses Wachsen der Mutterzelle bedingt zum Theil die äussere Form und die Richtung, in welcher die Bildung neuer Zellen stattfinden soll. Es leuchtet ein, dass bei folgenden Generationen die Tochterzellen der vorangegangenen Generation die Function der Mutterzellen übernehmen, dass wir so viele Grade von Mutterzellen erhalten, als Generationen auf einander folgen. Diese Mutterzellen lassen sich jedoch nicht mehr in ihren wahren Verhältnissen ermitteln, sobald die Anzahl der Generationen sehr bedeutend wird. Nur in den einfachsten Fällen der niedern Pflanzenformen, wie z. B. bei der Gattung Gloeocapsa, lässt sich bis auf einen gewissen Grad nachkommen (Taf. 17. Fig. 2. 3.). Auch bei Anfängen von Zygogonium torulosum lässt sich die Stufenfolge nachweisen. Wir sehen z. B. Taf. 17. Fig. 4. die erste Mutterzelle als äusserste Membran auftreten, welche acht jüngste Tochterzellen einschliesst; die nächste Membran aber, welche folgt, gehört den zwei Mutterzellen zweiten Grades an, welche je vier jüngste Tochterzellen enthalten; die dritte Membran gehört zu vier Mutterzellen dritten Grades, jede mit je zwei Tochterzellen. Hier ist das Wachsen der Mutterzellen in der Richtung der Linie erfolgt. Bei Gloeocapsa geschieht dasselbe nach allen drei Dimensionen und endlich bei Prasiola nach zwei Dimensionen. Darum werden bei Zygogonium Zellenreihen, bei Prasiola Zellenflächen, bei Gloeocapsa Zellenkörper gebildet. Es ist klar, dass hierbei das Wachsthum und die Theilung des Zellenkernes nach den drei Dimensionen als Grund dieser Erscheinungen

angesehen werden kann. Wo die Generationen und Generationsreihen nach verschiedenen und unter sich abweichenden Richtungen und Formen sich zu einem gemeinsamen Ganzen vereinigen, da sind die einzelnen Verhältnisse, in welchen die Entwickelung stattgefunden hat, desshalb nicht mehr zu erkennen, weil die Gruppirung der zusammengehörigen und gleichwerthigen Generationen nicht mehr durch die entsprechenden Mutterzellen angezeigt wird. Die Mutterzellen gewisser Generationen werden nämlich aufgelöst (resorbirt) oder ihre Membran wird durch Ausdehnung so verdünnt, dass sie nicht mehr beobachtet werden kann. Dadurch werden in vielen Fällen die Generationen verwischt und gehen durch unmittelbare Vereinigung stetig in einander über. Nur die äusserste Grenze wird oft durch eine mehr oder weniger selbständige und abgesonderte Hüllmembran angezeigt, welche ich bei den Algen Peridermis genannt habe, im Allgemeinen aber mit dem Namen Cuticula bezeichnet wird.

§. 500.

Cuticula. Ueber die Entstehung und Bedeutung der Cuticula sind die Meinungen der Physiologen verschieden. Jede dieser Meinungen hat jedoch etwas Wahres für sich. Man kann über die Entstehung der Cuticula nur durch Beobachtung der einfachsten niedern Pflanzenformen genauern Aufschluss erlangen. Die höhern Pflanzen zeigen das Verhältniss der Cuticula zu den übrigen Zellen nie in der Deutlichkeit wie die niedern. Besonders zeichnen sich unter diesen gewisse Algen aus. Ich setze dabei voraus, dass das Organ, was ich bei den Algen Peridermis oder Ueberhaut genannt habe, dieselbe physiologische Bedeutung besitze, wie das, was andere Physiologen bei den höhern Pflanzen Cuticula nennen. Denn wenn die Grundorgane der zusammengesetzten Algen ebenfalls Zellen sind, wie bei den Phanerogamen, so muss auch das die Zellenfamilien einhüllende Organ bei allen aus Zellenfamilien bestehenden Pflanzen eine gleiche Bedeutung haben.

Wir betrachten jetzt die Cuticula

1) nach ihrer chemischen Beschaffenheit,
2) nach ihrer Consistenz,
3) nach ihrer Structur.

§. 501.

Die chemische Beschaffenheit der Cuticula ist ebenso verschieden, wie die der Zellen. Diejenigen niedern Pflanzen,

welche aus Bassorinzellen bestehen, entwickeln auch eine Cuticula aus Bassorinsubstanz; ebenso besteht sie bei den Scytonemaarten und verwandten Gattungen aus Gelacinsubstanz, während sie in der Jugend bei den höhern Cryptogamen und allen Phanerogamen aus Gelinsubstanz besteht und hier durch die Einwirkung der Luft sich wie die äussern Schichten der Holzzellen mit der Zeit in eine proteïnhaltige Substanz verwandelt.

§. 502.

Die Consistenz der Cuticula wechselt von der weichsten schleimigen Beschaffenheit bis zu bedeutender Festigkeit und Härte. Am weichsten, schleimigsten erscheint sie in den Algen, z. B. bei den Oscillarinen, Nostochinen, Draparnaldien, Batrachospermen, Zygnemaceen, Chondrien u. m. a. Hier ist sie auch leicht zerstörbar und durch Säuren und Alkalien aufzulösen. Bei vielen Phanerogamen dagegen, und namentlich bei denen mit derben lederartigen Blättern, verwandelt sie sich in eine derbe dicke und feste proteïnhaltige Substanz, gleicht dadurch genau der äussern Proteïnhaut vieler Sporen und Pollenzellen, und widersteht, wie diese, der Einwirkung starker Säuren. Durch Kochen mit Alkalien kann die Proteïnsubstanz aufgelöst werden und es bleibt alsdann nur noch Gelinsubstanz zurück, welche durch Jodintinctur blau gefärbt wird, nachdem das Alkali durch eine Säure neutralisirt wurde.

§. 503.

Die Structur der Cuticula ist nach zwei Seiten hin zu betrachten, hinsichtlich 1) der Schichtung und 2) des Baues der einzelnen Schichten selbst.

Wie die Zellenmembran, so zeigt auch die Cuticula sich von sehr verschiedener Dicke, so dass sie in einzelnen Fällen ungemein dünn — fast unsichtbar — sein kann, während sie in andern Fällen ungemein dick ist. Im letztern Falle zeigt sie häufig eine Schichtung, wie die verdickten Zellen; oft aber kommen diese Schichten erst dann deutlich zum Vorschein, wenn man Jodintinctur und Schwefelsäure einwirken lässt. Die Cuticula der Blätter von Zea Maïs und Arbutus Unedo zeigt sogar Porenkanäle *(Wigand)*. Bei der Cuticula der Blätter von Nerium Oleander (Taf. 16. Fig. 5.) sehe ich zwischen den Schichten deutliche aus einander tretende Spalten — wie Vacuolen —. Dieselben kommen auch in der sehr verdickten Zellenwand bei Caulerpa (Taf. 13. Fig. 8.) vor. Hier habe ich auch zuerst sich kreuzende Linien auf der äussersten Cuticularschicht (Fig. c.) bemerkt, wie an

Zellenwänden, welche eine spiralfaserige Structur zeigen. Einmal darauf aufmerksam geworden, habe ich diese Zeichnungen später bei der Cuticula einer ziemlichen Anzahl von Phanerogamen bemerkt, von denen ich besonders die von Allium Porrum, Bromelia Ananas (Blätter) und Brassica oleracea (Taf. 13. Fig. 4. 5. 6.) erwähne. Bei der letztern erscheint die äusserste Schicht sogar mitunter wie sehr fein durchlöchert, ähnlich der Wand der porösen Zellen im Holze von Guajacum officinale (Taf. 13. Fig. 1.).

Die Cuticula von an der Luft wachsenden Organen schwitzt durch diese Poren jedenfalls die Wachsschicht aus, welche als pruina die Blätter, Früchte u. s. w. überzieht. Es kommt oft sehr auf die Einstellung des Focus an, ob man die Cuticula fein punktirt (wie bei Brassica) oder liniirt sehen will. Die punktirten Stellen sind jedenfalls vertiefte Räume zwischen den zarten sich durchschneidenden linienförmigen Erhabenheiten. Durch Behandlung mit Alkohol und Aether, und Färbung mittelst Jodintinctur, bekommt man diese Structur an der Cuticula am besten zu Gesicht; concentrirte Schwefelsäure macht jedoch, dass alle Linien zusammenfliessen.

Auch auf der Cuticula der Cladophoren findet man unregelmässig gekrümmte erhabene Linien, welche sich jedoch nicht regelmässig durchkreuzen.

Die Cuticula der Scytonemeen zeigt oft parallele Längsfasern, welche sich bisweilen ablösen und als mehr oder weniger gekräuselte Fasern den fadenförmigen Pflanzenkörper umgeben. Auch als abnorme Erscheinungen kommen Fasern und Härchen auf der Cuticula vieler Wassergewächse vor, welche sicher unmittelbare Auswüchse dieses Organs sind. Diese Auswüchse sind zum Theil als selbständige Pflanzenformen von mir unter der Algengattung Hygrocrocis verzeichnet worden. Ich habe sie bei Ulothrix zonata in meiner „Phycologia generalis“, Taf. 80. Fig. 7. 8. 9. 10. gezeichnet, und *Itzigsohn* erwähnt diese Härchen auch als „Wimperepithelium“ bei den Charen („Bot. Zeitg.“, 1850, p. 767—769).

Wichtiger sind jedoch die regelmässig in Linien, Spiralen oder in anderer Weise geordneten erhabenen Wärzchen, welche auf der Cuticula von Pediastrum granulatum und vielen andern Desmidieen, so wie bei Bulbochaete (*Kg.* „Sp. Alg.“, p. 422) vorkommen. Auch die Wärzchen auf den Malpichischen Haaren, z. B. von Cornus sanguinea, gehören der Cuticula an; desgleichen die Dornen oder Stacheln bei den Desmidieengattungen Xanthi-

dium, Arthrodesmus, Phycastrum, den Blättern von Hypnum tamariscinum, die hyalinen Stachelspitzen bei den Charen u. s. w.

§. 504.

Entwickelungsgeschichte der Cuticula und zwar:

a) Bei Gloeocapsa und ihren Verwandten. Hier kommen die einfachsten und am offensten daliegenden Fälle vor. Die Individuen, welche aus mehr oder weniger deutlich getrennten Zellengenerationen bestehen, sind entweder von einer vergrösserten einzigen Mutterzelle umschlossen, und dann bildet diese die Cuticula, oder die Mutterzellen vorhergegangener Generationen, bis auf die Gross- oder Urgrossmutterzellen, zerfliessen in eine homogene Schleimmasse, welche theils zwischen denselben (also doch Intercellularsubstanz) sich verbreitet, theils nach aussen gedrängt wird und als schleimige Cuticula einer Anzahl lose verbundener Zellenfamilien erscheint. (Vergl. Gloeocapsa Shuttleworthiana, sanguinea, Ralfsiana in den „Tab. phycol.", 22 und 23.) Bei Palmella kommt ein ähnliches Verhältniss vor, nur mit dem Unterschiede, dass alle Mutterzellen zerfliessen und sämmtlich zu einer homogenen Schleimmasse verschmelzen, welche ebenfalls zugleich die Intercellularsubstanz und Cuticula bildet. Nicht immer ist bei diesen niedern Formen die Cuticula, d. i. die äusserste Lage, weich und gallertartig: sie wird sogar in einzelnen Fällen so fest, wie bei den Phanerogamen, z. B. bei Palmella duriuscula, papillosa, ferner bei Entophysalis, Hydrococcus und Palmophyllum. („Tab. phycol.", 17. 32.) Bei allen diesen Gattungen lässt sich die Entstehung der Cuticula durch Zerfliessen und Verschmelzen der Mutterzellen unmittelbar mit Hilfe der Beobachtung nachweisen.

b) Bei den Oscillarinen. (*Kg.* „Spec. Alg.", 235.) Bei den ächten Oscillarien wird die Cuticula von den Zellenreihen (Oscillarienfäden) überall als flüssiger Schleim ausgeschieden, welcher sich niemals zu einer festen Form verdichtet. Diese Verdichtung findet jedoch bei der Gattung Phormidium Statt und dieser verdichtete Schleim erscheint ebensowol als Cuticula eines jeden einzelnen Fadens, als auch als Kitt für die Fäden, welche dadurch zu einem Lager (stratum) vereinigt werden. Hier scheint es also, dass die Cuticula nicht durch Zerfliessen von Mutterzellen entstehe, sondern, dass sie eine von den Zellen secernirte Substanz sei.

Es scheint aber auch nur so; in der That muss es sich aber anders verhalten und zwar aus folgenden Gründen. Die Oscilla-

rien und ihre Verwandten wachsen beständig durch eine gleichmässige Theilung ihrer Zellen; in dieser Theilung kommt während der ganzen Lebensperiode kein Stillstand vor, alle Zellen vermehren sich auch gleichartig. Man sieht aber immer nur die letzte Generation den Oscillarienfaden bilden; die Zellenwände vorausgegangener Generationen sind aber doch bestimmt dagewesen. Es kann daher nicht anders sein, als dass die Wände der vorhergegangenen Mutterzellen jedesmal sich zu flüssigem Schleim auflösen, wenn die Tochterzellen sich entwickeln. Und so wäre der an der Aussenseite des Oscillarienfadens auftretende Schleim nicht aus dem Innern der Zellen secernirt, sondern durch Auflösung der Wände der Mutterzellen entstanden.

Bei den höhern Gattungen der Oscillarinen, wie Lyngbya, Leibleinia, Hydrocoleum u. s. w. sammelt sich der durch Zerfliessen der Mutterzellen entstehende Schleim um einen oder mehrere Fäden gemeinschaftlich an und erhärtet nach aussen, so dass sich derselbe zu einer die Fäden umgebenden Scheide ausbildet. Diese reicht nicht selten über die Grenze des Zellenfadens hinaus (Leibleinia flaccida, chalybea). Gewöhnlich ist die Membran dieser Cuticularscheide durchaus homogen; doch kommen auch Fälle vor, wo sie sehr feine Querlinien zeigt (Hydrocoleum homoeotrichum, Brebissonii und heterotrichum. „Tab. phyc.“, 50.), oder wo sich Längsstreifen vorfinden, welche auf parallele Längsfasern schliessen lassen. (Hydrocoleum Bremii. „Tab. phyc.“, 52. Chthonoblastus Lyngbyei und salinus. Ibid. Tab. 58.) Diese scheidenförmige Cuticula verdickt sich auf dieselbe Weise wie die Zellenmembran, indem sich die neuern Schichten immer an die innere Wand der vorherigen ansetzen. Geht diese Verdickung durch stetige Aufnahme der Substanz vor sich, so kann man auch keine Verdickungsschichten unterscheiden; die Cuticula bildet dann eine von aussen nach innen stetig weicher werdende, oder auch gleichartige Substanz; geschieht aber die Verdickung in Unterbrechungen — die vielleicht hier durch die Differenz der Tag- und Nachttemperatur hervorgerufen werden, — so sind die jüngern Schichten von den ältern durch eine mehr oder weniger deutliche trennende Linie (besser Fläche) geschieden.

Bei Scytonema und Arthrosiphon kann man übrigens beobachten, wie die Cuticula allmälig mit dem Faden in die Länge wächst. Hier sieht man deutlich, dass die Cuticularscheide aus trichterförmig in einander gesteckten Gliedern besteht, wovon das jüngste den innern Zellenfaden an der Spitze zunächst umgibt

und bei seinem Fortwachsen die ältern Glieder durchbricht, so dass diese alle an der Spitze geöffnet sind und die ältern schuppenartig die jüngern decken. Diese Bildungen sind jedenfalls sehr wichtig für die Entwickelungsgeschichte der Cuticula. Ich habe eine Anzahl von diesen Formen in meinen „Tabulae phycologicae", II. Band, Tab. 16—30. geliefert.

Auch darüber gibt die Entwickelungsgeschichte dieser Scytonemeen Auskunft, ob die Cuticula, welche die jüngern aus einem ältern Stamme hervorbrechenden Aeste bedeckt, die gleiche ist oder nicht. Ich verweise hierbei besonders auf die Abbildungen von Scytonema elegans, chloroides, chrysochlorum, fasciculatum, castaneum, gracillimum, gracile, turicense, aureum, helveticum, dimorphum u. s. w., welche sämmtlich mit einer jüngern Cuticularschicht bedeckt sind, wenn sie die alte seitwärts durchbrechen. Die Cuticula, welche daher die verschiedenen Zweige und andere hervorbrechende Pflanzentheile bedeckt, ist nicht die gleiche Membran, sondern die ältern haben eine andere, ältere, als die jüngern. Bei den meisten Pflanzen ist die Aufeinanderfolge der Altersstufen der Cuticulartheile und Glieder durch stetiges Ineinanderfliessen derselben verwischt; bei den Scytonemeen liegen sie aber deutlich geschieden neben einander und verbreiten dadurch über dieses Organ das hellste klarste Licht. Nirgend spielt aber auch die Cuticula eine so überwiegende Rolle gegen das übrige Zellenleben, als bei der ganzen Gruppe der Oscillarinen.

c) Bei den Confervinen sind alle die Verhältnisse, welche wir so eben kennen lernten, mehr verwischt, obschon immer noch deutlicher, als bei andern Pflanzen. Namentlich zeichnen sich in der Entwickelung der Cuticula einige Arten von Zygogonium aus, wovon ich auf Taf. 17. Fig. 4. 5. zwei Arten abgebildet habe. Die Cuticula kann auch hier nicht anders, als aus der Substanz der Mutterzellen gebildet sein, wenn wir genau zusehen, wie sich die Cuticularschichten zu den jüngsten Zellen verhalten.

d) Bei den Diatomeen tritt indessen der Fall ein, dass man, wenn man den Bassorinmantel, welcher die Kieselzellen umgibt, für die Cuticula ausgibt, nicht umhin kann, dieselbe als ein Secret der Kieselzellen anzusehen. Um dieser Annahme auszuweichen, müsste man zu einer Erklärung der Bacillarienzelle seine Zuflucht nehmen, wonach dieselbe nur als eine zwischen der äussersten Bassorinschicht und der innern Proteïnhaut des Zellenkerns gelagerte Kieselschicht zu betrachten wäre. Dann würde gleich darauf eine weitere Eigenschaft dieser, die Kiesel-

haut überziehenden Bassorinzelle darin bestehen, dass sie immer in der Auflösung begriffen wäre, um die schleimige gallertartige Cuticula zu bilden, welche bei den niedern Formen in einem halbflüssigen Zustande sich befindet, bei den höhern aber sich hautartig und röhrenförmig gestaltet. (Vergleiche die Gattungen Schizonema, Micromega und andere in meinem Werke „Die kieselschaligen Bacillarien", Nordhausen 1844.) Nur auf diese Weise, welche übrigens nicht mit der Natur der Bacillarienzellen im Widerspruch steht, kann die oben gegebene Erklärung der Cuticula als eine allgemeine geltend gemacht werden.

Dass jene Erscheinungen, wonach die Cuticula durch Verwachsung und Verschmelzung meist verflüssigter Mutterzellen von auf einander folgenden Generationen entsteht, nicht als einzeln stehende zu betrachten sind, sondern sich auch in ähnlicher Weise — nur nicht so offen — bei den höhern Pflanzenformen vorfinden, hat *Wigand* in seiner interessanten Schrift „Intercellularsubstanz und Cuticula" dargethan. Er kommt dabei zu ähnlichen Resultaten, indem er annimmt, dass die „Cuticula oder ihr äusserster Theil durch Verschmelzung aus den zurückbleibenden Membranen der Mutterzellen von verschiedenen Generationen" sich erzeuge[8]).

§. 505.

Die verschiedenen Formen des Zellengewebes.

Diese Formen werden theils nach der chemischen, theils nach der organischen Natur der Zellen bestimmt.

Die chemische Bestimmung des Zellengewebes unterscheidet dasselbe in:

1) Bassorinzellengewebe.
2) Gelinzellengewebe.
3) Proteïnzellengewebe.
4) Kieselzellengewebe.

§. 506.

Das Gewebe der Bassorin- und Gelinzellen ist in seinen Formen sich am ähnlichsten; einfache Formen lassen sich sogar nicht von einander unterscheiden. Eine unbestimmte Vereinigung von rundlichen Zellen nennt man eine Zellengruppe; wenn aber sehr lange fadenförmige Zellen sich seitlich gruppiren, so entstehen Zellenbündel, die man auch wol Faserbündel oder Holzbündel nennt, wenn ihre Festigkeit von Bedeutung ist.

§. 507.

Die Proteïnzellen an sich bilden kein Gewebe; aber es gibt Fälle, wo die Gelinsubstanz mancher Zellen zu einer homogenen oder fast homogenen Masse zerfliesst und in dieser Verfassung als Intercellularsubstanz zwischen den Zellenkernen erscheint. In diesem Falle sieht man die Zellenkerne — sowol die derben soliden, als die hohlen — sich durch ästige Strahlen verbinden. Ich betrachte daher in solchem Falle den Zellenkern als eine Proteïnzelle (weil seine äusserste Umhüllung aus Proteïnsubstanz besteht) und nenne das dadurch gebildete Gewebe

a) Epenchym (epenchyma), wenn die Zellenkerne hohl, und

b) Perenchym (perenchyma), wenn die Zellenkerne solid und ziemlich homogen sind.

Beispiele hierzu liefern die Seetange. Auf Taf. 17. Fig. 10 ist das Epenchym aus Cystoclonium purpurascens, Fig. 11. das Perenchym aus Gigartina pistillaris abgebildet.

§. 508.

Das Kieselzellengewebe zeigt ähnliche Verhältnisse, als die vorige Form, indem auch hier die Verbindung der Kieselzellen bei den höhern Bacillarienformen nicht ohne Vermittelung der Bassorinsubstanz zu Stande kommt. Die einfachsten, und zwar, wie es scheint, unmittelbaren Verbindungen der Kieselzellen kommen bei den Gattungen Fragilaria, Melosira, dann bei den Striatelleen vor. Hier scheint sich zwischen den verbundenen Kieselzellen keine fremde Substanz, als Kittmasse, zu befinden; wol aber ist das letztere der Fall bei den Schizonemeen und der Gattung Dickieia (Taf. 17. Fig 9.), wo zwischen den geordneten oder ungeordneten Kieselzellen eine gallertartige Bassorinmasse als Intercellularsubstanz sich verbreitet.

§. 509.

Seiner organischen Natur nach kann das Zellengewebe unterschieden werden:

1) Hinsichtlich seiner Festigkeit.
2) Hinsichtlich der Form der Zellen.
3) Hinsichtlich der Art der Zellen.
4) Hinsichtlich der Verbreitung und des Grenzenverhältnisses der Zellenformen und Zellenarten.
5) Hinsichtlich der Ordnung, welche
    a) die einzelnen Zellen;
    b) die einzelnen Formen und Arten befolgen.

6) Hinsichtlich der Stetigkeit oder der Unterbrechungen, welche die Zellenverbindungen erleiden.

§. 510.

Hinsichtlich seiner Festigkeit wird das Zellengewebe unterschieden als:

a) Gallert- und knorpelartiges Gewebe. Beispiele hierzu liefern Flechten und Algen.

b) Verholztes Zellengewebe. Beispiele liefern hierzu alle Arten von Hölzer. Die Holzbildung ist durchaus nicht an die geometrischen Form- und Structurverhältnisse der einzelnen Zellen geknüpft, wie man bisher gewöhnlich angenommen hat.

c) Verknöchertes und versteintes Zellengewebe. Beispiele: Nussschalengewebe, Samenhüllen der Steinfrüchte, Albumen von Phytelephas u. s. w.

d) Hornartiges Zellengewebe. Beispiele: Das Albumen der Umbelliferen, Plantagineen; die Kaffeebohnen u. s. w.

e) Korkartiges Zellengewebe. Beispiele: Kork.

f) Markgewebe. Beispiele: Hollundermark.

g) Fleisch- oder pulpöses Gewebe. Beispiele: Essbare saftige Früchte und Wurzeln.

Hierbei muss jedoch bemerkt werden, dass die unter b—f erwähnten Zellengewebeformen in ihrer Jugend entweder unter die zu a oder zu g verzeichneten gehören, und erst im Alter sich in der Weise gestalten, wie sie hier aufgeführt sind.

§. 511.

Hinsichtlich der Form seiner Zellen kann man unterscheiden:

a) Zellengewebe mit kugel- oder eiförmigen Zellen. (Taf. 17. Fg. 2.)

b) Zellengewebe mit Zellen, welche spitz oder stumpf, spindelförmig oder cylindrisch sind. (Taf. 17. Fig. 5. — Taf. 9. Fig. 5. 7. — Taf. 6. Fig. 1. c.)

c) Zellengewebe mit eckigen Zellen. Diese ähneln in ihrer Gestalt manchen Krystallformen, so dass man Würfel, Rhomboëder, Pyramiden, Säulen, Tafeln u. s. w. unterscheiden kann. (Taf. 18. Fig. 4. — Taf. 5. Fig. 4.)

d) Zellengewebe, dessen Zellen vorspringende Ecken oder Strahlen haben, oder auch ästig sind, überhaupt mehr oder weniger gekrümmte Zellenwände besitzen. (Taf. 18. Fig. 1. — Taf. 9. Fig. 3. b. — Fig. 4. b. — Taf. 16. Fig. 4. — Fig. 6. b.) [9]).

§. 512.

Hinsichtlich der Zellenarten ist die Unterscheidung des Zellengewebes sehr schwierig, weil die Zellenarten selbst noch nicht gehörig begründet sind. Die bisherige Unterscheidung in Holzzellen, Bastzellen, Gefässe u. s. w. ist gar nicht stichhaltig.

Streng genommen, können nur zwei Zellenarten unterschieden werden, nämlich:

1) Zellen, deren Wachsthum auf ein Maximum beschränkt ist: gewöhnliche Zellen.
2) Zellen mit unbeschränktem Wachsthum: Gefässzellen.

Die gewöhnlichen Zellen vermehren sich sämmtlich durch Theilung, so lange sie saftführend sind; die Gefässzellen vergrössern sich nur und scheinen sich niemals durch Theilung zu vermehren. Die Gefässzellen zeichnen sich durch das enorme Vorwiegen des einseitigen Spitzenwachsthums aus, woher es kommt, dass ihre Spitze immer jung ist und sich verlängert, während sie nach unten allmälig alle Metamorphosen durchmacht, welche wir bei veralteten gewöhnlichen Zellen finden. Der Anfang der Gefässzellen besteht, so weit derselbe bis jetzt hat ermittelt werden können, darin, dass eine Spiralfaser die Wand um den Zellenkern bildet, während die gewöhnlichen Zellen im Anfang aus einer continuirlichen Membran gebildet sind, die erst späterhin Spiralfasern zeigt. Hiernach unterscheide ich als Hauptarten des Zellengewebes nur zwei, nämlich:

1) Parenchym (parenchyma), welches aus gewöhnlichen Zellen gebildet ist.
2) Spirenchym (spirenchyma), welches aus Gefässzellen besteht.

§. 513.

Das **Parenchym** kommt in sehr veränderlichen Formen vor, welche hauptsächlich abhängen:

a) von der chemischen Beschaffenheit der Zellenwand;
b) von dem Cohäsionsverhältniss der Zellenwand und dem Zellengewebe;
c) von der Structur und äussern Form der Zellenwand.

§. 514.

Nach der chemischen Beschaffenheit kann man unterscheiden:

1) Bassorin-Parenchym (parenchyma bassorineum). Beispiele: die Algengattungen Tetraspora, Ulothrix, Botrydina.

2) Gelin-Parenchym (parenchyma gelineum). Beispiele finden sich in allen phanerogamischen Gewächsen.
3) Lignin-Parenchym (parenchyma lignineum). Beispiele: die Nussschalen.
4) Suberin-Parenchym (parenchyma suberineum). Beispiel: der Kork.

§. 515.

Nach dem Cohäsionsverhältniss gibt es:
1) Gallertartiges Parenchym (p. gelatinosum). Beispiele: viele Algen und Flechten.
2) Pulpöses Parenchym (p. pulposum). Beispiele: die fleischigen Früchte.
3) Markiges Parenchym (p. medullosum). Beispiel: Hollundermark.
4) Holziges Parenchym (p. lignosum). Beispiele: die Mono- und Dicotyledonenstämme der einheimischen und tropischen Bäume und Schlingpflanzen. (Taf. 11. Fig. 6. b.)
5) Knöchernes Parenchym (p. osseum). Beispiele: Albumen der Dattelpalme, der Steinnüsse (Elephantipes). (Taf. 11. Fig. 2.)
6) Hornartiges Parenchym (p. corneum). Beispiel: das Zellengewebe der Kaffeebohne. (Taf. 11. Fig. 7.)
7) Lederartiges Parenchym (p. coriaceum). Beispiel: die oberste Zellenschicht (Epidermis) fester dicker Blätter, z. B. von Nerium Oleander, Viscum album, Laurus, Citrus, Buxus u. s. w.

§. 516.

Nach den Structur- und äussern Formverhältnissen der Zellenwand werden folgende Formen unterschieden:
1) Spiralzellenparenchym (p. spiriferum). Beispiele hierzu finden sich in den meisten Dicotyledonen- und Monocotyledonenstämmen und es können hiervon ebenso viele Nebenformen unterschieden werden, als wir Spiralzellen (§. 476 fg.) unterschieden haben. (Taf. 8. Fig. 3. 4.)
2) Ringzellenparenchym (p. annuliferum).
3) Porenzellenparenchym (p. poriferum). (Taf. 12. Fig. 1. 3. 8.)
4) Collenchymatisches Parenchym (p. collenchymaticum s. collenchyma). Beispiele: der Stamm der Chenopodeen. (Taf. 13. Fig. 3.) Die Collenchymzellen sind stets durch leistenförmige Verdickungsschichten ausgezeichnet. Diese

sind bei niedrigen Zellen sehr kurz (z. B. bei Dicranum, Taf. 11. Fig. 8.). Vergl. §. 468.

5) Merenchymatisches Parenchym (p. merenchymaticum s. merenchyma). Beispiel: Taf. 9. Fig. 1. aus dem Blatt von Hoya carnosa. Die Zellen sind hier immer rundlich und nur locker mit einander verbunden.

6) Diachymatisches Parenchym (p. diachymaticum s. diachyma). Beispiel: Taf. 16. Fig. 5. b. Blatt von Nerium Oleander. Die Zellen sind unregelmässig, mehr oder weniger verzweigt und sehr locker verbunden.

7) Pleurenchymatisches Parenchym (p. pleurenchymaticum s. pleurenchyma). Es besteht aus sogenannten Bastzellen, welche nach oben und unten sich zuspitzen und seitlich mit einander verwachsen.

8) Prosenchymatisches Parenchym (p. prosenchymaticum s. prosenchyma). Die Zellen sind länglich und zwar entweder viereckig — jederseits mit einer schiefen Endfläche —, oder sechseckig — jederseits mit zwei schiefen Endflächen. Beispiele: Epidermiszellen eines Kohlblattes (Taf. 16. Fig. 3. a.); Holzzellen aus Polypodium Filix mas (Taf. 17. Fig. 3. c. c.).

9) Labyrinthisches Parenchym (p. labyrinthiforme). Die Zellen sind sehr flach und haben buchtige Seitenflächen, die in einander greifen. Beispiele: Die Epidermiszellen vieler Farrnkräuter (Taf. 18. Fig. 1. von Polypodium Filix mas), der Wasserlinse, des Mohns und vieler anderer Gewächse.

Als besondere Form verdient hier noch die Zellenlage erwähnt zu werden, welche im Stengel von Scirpus palustris die Lufthöhlen auskleidet. (Taf. 16. Fig. 6.)

§. 517.

Das Spirenchym. Es darf mit dieser Zellengewebeform nicht dasjenige Spiralzellenparenchym verwechselt werden, dessen Zellen durch Auflösung der Scheidewände an den beiden Endflächen durchbohrt sind und mit einander in offener Verbindung stehen. Es gehören hierher bloss die Verbindung derjenigen Zellen, welche in ihrer Spitze continuirlich fortwachsen und deren Wachsthum nur aus Mangel an Nahrung aufhört. Das Spirenchym tritt nie allein auf, sondern immer nur in Begleitung und umgeben von Parenchym. Daher vermuthe ich auch, dass es erst durch einen noch unbekannten eigenthümlichen Process von diesem er-

zeugt wird. Die Spirenchymzellen verbinden sich nur seitlich mit einander und bilden die Gefässbündel in dem Gewebe der höhern Pflanzen.

§. 518.

Die Anordnung der Zellenindividuen im Zellengewebe. Bei der Betrachtung dieses Verhältnisses kommt es zunächst darauf an, ob die Zellen liegend oder stehend sind. In manchen Fällen ist keine besondere Ordnung wahrzunehmen; in den meisten Fällen aber kommt eine solche unter den einzelnen Zellen allerdings vor.

Diese Ordnung ist:

A) in Reihen, und zwar
   a) einfache Reihen (Conferva).
   b) mehrfache Reihen (Enteromorpha).
   c) verästelte Reihen (Cladophora).
   d) strahlig geordnete Reihen (Phyllactidium).
   e) concentrische Reihen (Dasselbe. „Phycolog. gener.", Tab. 16. Fig. II.).
   f) gerade und krumme Reihen.
   g) verworrene Reihen. (Filzgewebe bei den Pilzen.)
   h) parallele Reihen. Häufig im Parenchym niederer und höherer Pflanzen.
   i) divergirende Reihen.

B) in Lagen. Eine Zellenlage bildet jedesmal eine Fläche, in welcher die Zellen entweder ungeordnet oder in Reihen, wie in A, gestellt sind. Diese Zellenlagen sind, wie die Zellen selbst, entweder in horizontaler oder in vertikaler Stellung. Horizontale Zellenlagen kommen bei den Algen häufig vor, z. B. bei Spongites, Melobesia. Die vertikalen Zellenlagen sind gewöhnlich um eine Axe herumgelegt, z. B. die Epidermiszellen der Stengel u. s. w. Wo mehrere vorhanden sind, da überdeckt eine die andere und sie gewähren dann auf dem Querschnitt den Anblick einer concentrischen Anordnung. Vertikale und horizontale Zellenlagen zugleich zeigen sich am schönsten bei den Algengattungen Polysiphonia, Sphacelaria, Cladostephus.

Auf diese Ordnungen lassen sich alle Verbindungen der Zellenindividuen zurückführen.

§. 519.

Die Anordnung der Zellenarten und Zellenformen. Wir unterscheiden hiernach:

a) Gleichartiges Zellengewebe (contextus cellulosus homoeomericus), wenn es entweder nur aus Parenchym- oder aus Spirenchymzellen besteht.

b) Ungleichartiges Zellengewebe (cont. cell. heteromericus), wenn es aus Parenchym- und Spirenchymzellen zugleich besteht.

c) Gleichförmiges Zellengewebe (cont. cell. homoeomorphus), wenn alle Zellen gleiche oder ähnliche Gestalt haben.

d) Ungleichförmiges Zellengewebe (cont. cell. heteromorphus), wenn die Gestalt der Zellen verschieden ist.

Sowol bei ungleichartigem als auch ungleichförmigem Zellengewebe können die Individuen ohne bestimmte Ordnung unter einander oder auch in bestimmter Weise geordnet sein. Ist die Ordnung von der Art, dass die gleichnamigen Arten und Formen für sich zu Gruppen vereinigt sind, so können wieder Fälle eintreten, wobei diese Gruppen sich scharf gegen einander abgrenzen, oder durch Zwischenformen in einander übergehen. Solche scharf begrenzte Zellengruppen finden wir z. B. bei Polypodium Filix mas (Taf. 18. Fig. 2. 3.), wo ein Bündel von Spirenchymzellen (a. a.) zunächst von Pleurenchym (b. b.) und dieses wieder von Prosenchym umgeben ist. Aehnlich verhält es sich bei den Monocotyledonen, wie ein Querschnitt durch den Blattstiel von Musa sapientum (Taf. 18. Fig. 4.) zeigt. Bei andern Pflanzen, besonders den Dicotyledonen und Algen, gehen die verschiedenen Gruppen von Zellenformen oft allmälig in einander über. (Taf. 18. Fig. 5. Querschnitt aus dem Stengel von Impatiens Balsamina. Die Gefässzellen sind mit a. bezeichnet; sie liegen vereinzelt zwischen mehr oder weniger veränderten Parenchymzellen.)

§. 520.

Die Unterbrechungen und Lücken im Zellengewebe. Die Zellen, welche sich zu einem Gewebe vereinigt haben, mögen wol in der Jugend häufig mit ihren Wänden dicht an einander stossen; bei weiterer Entwickelung bemerkt man aber, dass da, wo die Zellen allseitig an einander stossen, die Ecken nicht vollständig, sondern mehr oder weniger abgestumpft sind; dadurch entstehen, nach Umständen, meist drei- oder vierseitige Kanäle, welche um alle Zellen herumlaufen und Intercellulargänge genannt werden. Bei Sumpf- und Wassergewächsen vergrössern sich diese Intercellulargänge so, dass mehr oder weni-

ger beträchtliche Ausbuchtungen und in Folge davon sternförmige Zellen gebildet werden. (Taf. 16. Fig. 1. a. aus Alisma Plantago [Stengel]; Fig. 4. aus dem Stengel von Juncus effusus.)

Eine zweite Unterbrechung geschieht durch die Lücken, welche durch allmäliges Auseinanderdrängen der verwachsenen Zellenportionen durch die Ausscheidung von Flüssigkeiten entstehen. Bisweilen geschieht die Trennung der Zellen ohne Zerreissung derselben und dann entstehen nur sehr erweiterte Intercellulargänge, wie z. B. die Harzgänge bei der Jalapenwurzel (Taf. 1. Fig. 4.) und beim Tannenholze (Taf. 12. Fig. 3. b_{II}.). In andern Fällen — wenn die Ansammlung von Luft die Ursache von der Entstehung dieser Lücken ist — zerreissen die Zellen und die Wände der Lücken sind dann mit den zerrissenen Zellenhäuten besetzt, z. B. das Mark und die Höhlungen in den Stengeln der Gräser, der Umbelliferen und vieler anderer Pflanzen.

Eine dritte Art der Höhlen im Zellengewebe sind die Gänge. In ihrer vollständigen Entwickelung gleichen sie grossen Zellen, deren Wände von schwammigem Parenchym gebildet werden (Taf. 16. Fig. 1. von Alisma Plantago; Fig. 2. aus Acorus Calamus; Fig. 6. aus Scirpus palustris); in früher Jugend sind jedoch diese hohlen Räume mit Parenchym erfüllt, dessen Zellen durch Entwickelung zahlreicher grösserer Intercellulargänge sternförmig (Fig. 1. a.) und zuletzt aufgelöst werden. Eine Lage dieser Zellen bleibt als Scheidewände der Gänge, welche Luft führen, stehen.

Die Schleimhöhlen bei den Algen (Lessonia, Hafgygia) sind auf ähnliche Weise gebaut.

Die Gummigänge dürfen mit diesen Bildungen nicht verwechselt werden, wenigstens gehören die der Kirsch- und Pflaumenbäume nicht hierher, sondern zu den Lücken.

Die Spaltöffnungen. Sie kommen bei den Pflanzen nur in Verbindung mit der äussersten Zellenlage vor, und an der Stelle, wo sie auftreten, ist die Cuticula durchlöchert. Sie sind die Ausführungskanäle für die in der Nähe der Oberfläche vorhandenen Lufthöhlen und haben in ihrer einfachsten Form Aehnlichkeit mit Intercellulargängen. Diese Form behalten die Spaltöffnungen in einigen Fällen bei (Salvinia); in den meisten Fällen aber wird der Gang bei seiner Entstehung, nach innen zu, mit einer Zelle geschlossen, in welcher sich zwei Tochterzellen bilden, welche den meist länglich runden Raum halbiren, an ihren beiden obern Enden seitwärts mit einander, an andern Stellen aber mit den Nachbarzellen der Epidermis verwachsen, während sich in der Mitte, zwischen den beiden Zwillingszellen ein offener

Spalt bildet, wodurch jede von ihnen eine nierenförmige Gestalt erhält. Ihre Mutterzelle wird aufgelöst. Diese Zwillingszellen bilden nun diejenigen Formen des Zellengewebes, welche man Spaltöffnungen genannt hat. Sie finden sich, mit Ausnahme der Algen, Flechten und Pilze, bei allen übrigen Pflanzen an Organen, welche mit der Luft in Berührung stehen. Ihre Lage ist meist oberflächlich (z. B. bei Brassica oleracea. Stengel. Taf. 16. Fig. 3. c. — Dasselbe von der Seite gesehen, an einem vertikalen Schnitte: Fig. d.) und zerstreut; bisweilen stehen sie truppweise zusammen in höhlenartigen Einstülpungen der Oberhaut, welche mit gekrümmten Haaren ausgekleidet sind; z. B. in den Blättern des Oleander (Taf. 16. Fig. 5. a. c.) und der Proteaceen. Auch kommen die Zwillingszellen bei einigen Proteaceen doppelt und dreifach vor. (Vergl. *H. Mohl,* „Ueber die Spaltöffnungen der Proteaceen in Nov. Act. L. C. N. C.", Tom. XVI. P. 2. — Desgl. dessen „Vermischte Schriften", 1845, p. 252 fg. — Ferner *Unger,* „Bot. Zeitg.", 1844, 522. — *Naegeli,* „Linnaea", 1842, 237.) Besondere Erwähnung verdient noch der Umstand, dass die Membran der Zwillingszellen der Spaltöffnungen immer eine sehr starke Reaction auf Proteïn zeigt, so dass sie sich hierin auffallend von den benachbarten Epidermiszellen unterscheiden.

§. 521.

Schlussbetrachtungen über das Leben des Zellengewebes. Wir haben aus den bisherigen Betrachtungen ersehen, dass die Bildung des Zellengewebes vorzugsweise mit der Vermehrung der Zellen zusammenhängt und dass diese Vermehrung auf der Bildung von Tochterzellen durch Theilung des Zellenkerns hervorgerufen wird. Wir haben ferner gesehen, dass, nach Bildung der Tochterzellen, die Mutterzellenwände aufgelöst, dadurch in Intercellularsubstanz verwandelt werden, welche in den allermeisten Fällen wieder zu einer die Zellengenerationen einhüllenden Membran, der Cuticula, sich gestaltet. Diese Cuticula wächst durch Bildung und Ansatz jüngerer Cuticulaglieder so, dass das Alter der verschiedenen Cuticulaglieder auch dem jedesmaligen Alter des Pflanzentheils, dem sie angehören, entspricht.

§. 522.

Das homoeomorphe Zellengewebe kann nur entstehen, wenn überall bei den dabei betheiligten Zellenindividuen die Entwickelung zu gleicher Zeit auch eine gleiche ist. Die Zellenindividuen bleiben sich dabei entweder gleich oder nicht. Im ersten Falle

sind alle Zellen ewig jung und in unaufhörlicher Theilung und Vermehrung begriffen (Oscillarien). Im andern Falle werden die Zellen verändert und sie haben einen besondern Jugend- und Alterzustand aufzuweisen. In ihrer Jugend theilen sie sich und vermehren sich; in ihrem Alter verändert sich nur ihr Inhalt und die Structur ihrer Wände (Hollundermark). Die Differenz, welche den homoeomorphen Zustand in den heteromorphen umändert, zeigt sich hier in der Aufeinanderfolge der Generationen.

Wir können Generationen in aufsteigender und absteigender Linie, so wie auch in Seitenlinien unterscheiden. Durch die aufsteigende Linie wird die obere Spitze, durch die absteigende die untere Spitze gebildet. Beide mit einander durch die Zwischenglieder verbunden, geben die Axe eines Pflanzenkörpers, welche durch die Nachkommenschaft der Seitenlinien umhüllt wird und wovon jede einzelne Zelle wieder ihre Generationen in gleicher, oder in mehr oder weniger beschränkter Weise entwickeln kann. Wohinwärts der Nahrungssaft am meisten strömt, da findet auch die meiste Neubildung Statt.

§. 523.

Man kann bei jeder Zelle, wie beim Krystall, eine Hauptaxe und Nebenaxen annehmen. Die Hauptaxe liegt so, dass — wenn Spiralfasern die Zellenwand bilden — die Spiralwindungen um dieselbe herumgehen; sie liegt gewöhnlich (nicht immer) im grössten Durchmesser der Zellen. Nach dieser Hauptaxe wird bestimmt, ob eine Zelle eine vertikale oder horizontale Stellung hat. Ich vermuthe, dass die Hauptströmung des Zellensaftes im Gewebe und von einer Zelle zur andern jedesmal in der Richtung der Hauptaxe stattfindet. Ich vermuthe ferner, dass diese Strömungen die Ursache des Auflösens ganzer Zellenwände oder gewisser Theile derselben sind. Daher leite ich von den communicirenden Strömungen zwischen benachbarten Zellen die Durchbrechung der Scheidewände ab, und je grösser die Durchbrechungen sind, desto grösser müssen die Strömungen gewesen sein. Die fast gänzliche Durchbrechung der Scheidewände bei linienförmig verbundenen Zellen — die nicht bloss bei Holzzellen, sondern auch bei den Algen vorkommen — erklären sich auf diese Weise.

§. 524.

Es gibt aber auch Intercellularströme. Von ihrer Existenz in den Intercellulargängen habe ich mich durch direkte

Beobachtung an dem aus sternförmigen Zellen gebildeten Parenchym bei Juncus effusus (Taf. 16. Fig. 4.) überzeugt. Sie gleichen einem sehr zarten netzförmig verschlungenen Fasergewebe und ich vermuthe, dass die Strömchen sämmtlicher Intercellulargänge ebenso mit einander verbunden sind, als die Ströme der Zellenhöhlen. Sie werden dadurch zu Zellengewebsströmchen, welche sich jedenfalls zwischen die verbundenen Zellenwände (Scheidewände) hindurch erstrecken, wobei sie die Strömchen der Zellenhöhlen umspinnen. Sie sind jedenfalls die Ursache der Resorption der Mutterzellenmembranen und geben späterhin durch Erstarrung, vielleicht zu der Bildung der netzförmigen und spiraligen, oder auch continuirlich membranösen äussersten Zellenhülle (die ich Zellenmantel nennen möchte) Veranlassung, welche häufig bei ältern verhärteten Zellen die Poren und Spalten in der Zellenmembran nach aussen verschliesst und so der gemeinsamen Zellenthätigkeit entweder allseitig (bei gewöhnlichen markigen Parenchymzellen) oder theilweise (bei den sogenannten rosenkranzförmigen Gefässen, welche durch Verbindung von Zellenreihen entstanden sind) eine Grenze setzt. (§. 482. b. 3. — Taf. 12. Fig. 5. 6.) Dass die Zellenwände an den Berührungsstellen dünner sind, als an den Stellen, welche die Wand eines Intercellulargangs bilden helfen, haben wir schon früher (§. 475, 3. 4.) gesehen. Diese Thatsache scheint mir zu beweisen, dass hier eine grössere Resorption der Zellenwände stattfindet, als an den freien Stellen, und hierbei ist vielleicht der Umstand mit von Bedeutung, dass in Folge der Zellenströmung durch die Scheidewand eine seitliche Berührung mit der aufgeweichten Intercellularsubstanz stattfinden muss, wodurch ein Theil der letztern mit in die Zellenhöhle übergeführt wird. Dadurch wirken aber zwei Strömungen, die cellulare und intercellulare auf diesen Theil der Zellenwand ein, während auf den freien Stellen nur die intercellulare Strömung thätig ist, und so muss nothwendig dort eine grössere Resorption der Zellenwand vorkommen.

§. 525.

Eine verdünnte Flüssigkeit fliesst leichter, und unter gleichen Umständen schneller, als eine zähe. Je weiter aber in einer Zellengewebsmasse eine nährende Flüssigkeit strömt, um so zäher wird sie und um so langsamer fliesst sie zuletzt. Ist die Umgebung Luft, so erstarrt nach und nach in Folge der Verdunstung des Wassers die Strömung ganz, wenn nicht von Neuem Wasser von aussen zugeführt wird. Diese Wasserauf-

nahme, wie überhaupt die Aufnahme von Flüssigkeiten, geschieht lediglich in Folge der Capillarität, auf welche sich auch der ganze endosmotische und exosmotische Process des Zellengewebes, von welchem jedenfalls wieder die verschiedenen Cellular- und Intercellularströmchen hervorgerufen werden, zurückführen lässt.

Ist eine Zellgewebspartie an einer Stelle mit einer Flüssigkeit (Wasser), an der andern aber mit Luft in Berührung, so muss dadurch schon eine Ungleichheit der innern Vorgänge nach allgemeinen physikalischen Gesetzen stattfinden, selbst wenn wir die Verdunstung nicht in Anschlag bringen, welcher die in der Luft befindlichen Zellen hinsichtlich ihres flüssigen Inhalts ausgesetzt sind. Aber die Verdunstung erhöht und unterhält beständig diese Ungleichheit, und weil dieselbe die äussern Zellen mehr als die innern betrifft, so wird der Unterschied von aussen und innen, von oben und unten nothwendig durch äussere physikalische Einwirkungen zunächst bedingt. Hieraus muss dann auch nothwendig eine Differenz in der Bildung gewisser Zellengenerationen eintreten, welche sich zuletzt früher oder später aus Mangel an Bildungssaft erschöpft. Aber es kommen auch diese Unterschiede — wenn auch nicht in dem Grade, wie bei den Landpflanzen — bei den Wasserpflanzen vor, wo doch die Umgebung eine beständig gleichartige ist. Darum müssen hierbei noch andere Ursachen ins Spiel kommen, welche aber bis jetzt noch nicht genau bekannt sind. Nur so viel ist gewiss, dass die Differenz der (selbst im Wasser sich ausscheidenden) Stoffe eine Hauptbedingung mit sein muss, von welcher die übrigen Lebenserscheinungen abhängen. Aber es sind, wie schon gesagt, die Fäden nicht genugsam bekannt, welche diese Grunderscheinungen mit den folgenden verknüpfen. Darum müssen wir uns für jetzt damit begnügen, die Erscheinungen zu schildern, wie sie sich der Beobachtung bisher dargeboten haben

Ist uns nun auch noch Vieles im Zellenleben unerklärlich, so steht doch so viel fest, dass man jedenfalls zu weit geht, wenn man von Zellen spricht, welche eigenthümliche Stoffe „bereiten“ sollen und dergleichen mehr. Die Zellen „bereiten“ gar keine Stoffe, sie werden vielmehr von Stoffen gebildet. Da sollen aber die Zellen ätherische Oele, Säuren, Alkaloide und Gott weiss, was Alles fabriciren, während sie doch nur die Behälter für diese Substanzen sind.

---

b) Höhere oder abgeleitete Organe.

Drittes Capitel.

Das Phytom oder der Pflanzenkörper.

§. 526.

Ehe man die Zellen und das Zellengewebe der Pflanzen kannte, hat man schon seit uralter Zeit Organe unterschieden, wonach man die einzelnen Pflanzenformen, so wie ihre Gruppen ordnete und bestimmte. Diese Organe wurden früher, wie auch jetzt noch im gemeinen Leben, nur nach dem allgemeinen oberflächlichen Totaleindruck bestimmt, und nur erst nach und nach fühlte man das Bedürfniss in der Botanik diese Organe durch Definitionen schärfer zu bezeichnen. So führt z. B. *Linné* als die drei Haupttheile der Pflanzen an: 1) die Wurzel, 2) das Kraut (herba) und 3) die Fructification. An dem Kraute unterschied er wieder die verschiedenen Arten des Stammes, der Blätter, Waffen (Bracteen, Dornen, Haare u. s. w.) und des Wintergehäuses (hybernaculum), wozu er die Zwiebeln und Knospen rechnete; die Fructification zerfiel in die Blume und Frucht.

Weil man mit den grössern und complicirtern Pflanzenformen, welche die eben genannten Organe mehr oder weniger aufzuweisen haben, früher bekannt war, als mit den kleinern einfachen, so kam es, dass man diese Organe auch bei den letztern voraussetzte und, da man sie nicht fand, sich oft zu der Annahme berechtigt glaubte, dass sie hier nur versteckt seien; daher *Linné* die beiden Hauptgruppen seines Systems nicht „Blütentragende“ und „Blütenlose“, sondern Phanerogamen und Cryptogamen (d. i. Offenblühende und Versteckblühende) nannte. Daher kam es aber auch, dass wieder andere Botaniker bei den Pflanzen, welche keine Blätter erkennen liessen, annahmen, dieselben seien hier mit dem Stamm verwachsen u. s. w.

§. 527.

Im Allgemeinen ist man jetzt durch vielfache Untersuchungen und besonders durch das Studium der Entwickelungsgeschichte der einzelnen Pflanzen und ihrer Theile zu der Ansicht gekommen, dass sich alle wesentlichen Pflanzenorgane höherer Ordnung auf

drei Grundformen zurückführen lassen, nämlich auf die Wurzel, den Stamm und das Blatt.

§. 528.

Aber auch diese drei werden bei einer grossen Anzahl von niedern Pflanzenformen gar nicht, oder nur zum Theil angetroffen. Es kann nun in diesem Falle vorkommen, dass der Pflanzenkörper — wenn man ihn oberflächlich betrachtet und den oberflächlichen Begriff jener drei Grundformen als Maassstab anlegt — bald einem Stengel ohne Blatt, bald einem Blatt ohne Stengel, bald einer Wurzel gleicht. Hier wäre zu untersuchen, ob diese äussere Form wirklich ein Verfahren gut heissen kann, wonach man den Pflanzenkörper als reinen Stengel, Blatt oder Wurzel betrachtet. Eine solche Betrachtungsweise ist jedenfalls befangen und wird getrübt durch eine Prämisse, welche die inductive Methode verwerfen muss. Denn so wenig auch das Pflanzenleben erst erforscht ist, so haben die bisherigen Untersuchungen über dasselbe doch so viel bewiesen, dass der allgemeine Charakter der Pflanze nicht durch Wurzel, Stamm und Blätter bedingt wird, dass Wurzel, Stamm und Blätter keine Ur- oder Grundformen sind, sondern dass sie vielmehr erst das besondere Resultat des Lebens entweder der einzelnen Zelle oder des Zellengewebes sind. Darum können sie auch nur als abgeleitete Organe Geltung haben.

Als solche abgeleitete Organe gehören sie aber dem Pflanzenindividuum an, das wir ebensowol wieder in seiner allgemeinen als in seiner besondern Bedeutung zu betrachten haben.

§. 529.

So weit der Begriff des Pflanzenindividuums bei der Erörterung der abgeleiteten Organe in Betracht zu ziehen ist, kann derselbe nur auf die Weise festgestellt werden, dass man die Grenze da zieht, wo dieselbe durch das Zellenleben selbst bestimmt wird.

Bei der einzelligen Pflanze ist daher auch das Individuum durch die Aussenfläche der einen Zelle begrenzt. Bei den mehrzelligen Pflanzen dagegen bildet die Grenze entweder die Cuticula, oder die äusserste Zellenlage. Der letzte Fall kommt besonders bei den Pilzen und einigen Algen vor.

Für die Gesammtpflanze, in Rücksicht auf ihr organologisches Verhältniss, haben wir noch keinen Namen. Ich werde dafür den Ausdruck Phytom (phytoma) gebrauchen.

§. 530.

Das einzellige Phytom. In seiner einfachsten Form tritt es bei Pilzen und Algen auf. Wir finden es hier einzellig und kugelförmig (Uredo, Protococcus), eiförmig, spindelförmig (Closterium), eckig und strahlig (Phycastrum), schlauchförmig, einfach oder ästig (Valonia, Vaucheria), gefiedert (Bryopsis) u. s. w. Wir können auch (auf gleiche Weise wie die Zellen) das einzellige Phytom unterscheiden in zwei Hauptformen, wovon die eine sich durch begrenztes, die andere durch unbegrenztes Wachsthum unterscheidet. Jener gehören die symmetrischen und regelmässigen Gestalten der Desmidieen und Diatomeen, dieser die der Vaucherieen, Caulerpeen und einiger Valonien an. Alle Formen, welche den letztgenannten drei Familien angehören, sind dadurch ausgezeichnet, dass die Zellen (meist abwärts) sich zu wahren Wurzeln verlängern, womit sich das Phytom festsetzt, während sich der übrige Theil in entgegengesetzter Richtung vergrössert. Dieser obere Theil ist bei Botrydium blasenförmig erweitert und bei Vaucheria zu einem Schlauche verlängert, welcher sich verästelt.

Am entwickeltsten ist indessen das einzellige Phytom bei den Caulerpeen. Die Entwickelung ist hier so weit vorgeschritten, dass wir unter diesen Formen nicht nur Zellen vor uns erblicken, welche eine Länge von mehreren Fussen haben, sondern auch eine so derbe Consistenz besitzen, dass sie steif und fest wie Leder sind und endlich in Formen auftreten, welche den Wurzeln, Stengeln und Blättern höherer Pflanzen ganz ähnlich sehen.

§. 531.

Was sind denn aber Wurzeln, Stengel und Blätter?

Antwort: Es sind verschieden gebildete Pflanzentheile, in welche das Phytom bei höherer Entwickelung zerfällt.

Diese Entwickelung wird bedingt durch ungleiche Ernährung und dadurch bewirktes ungleiches Wachsthum seiner Theile. Ein Phytom, das gleichmässig wächst, ist jedesmal kugelförmig; bei jeder Abweichung von der Kugelform findet auch eine ungleiche Ernährung der betreffenden Theile Statt. Diese wird wieder bedingt durch die Richtung, welche die allgemeine und besondere Bewegung der organischen Theilchen nehmen. Die allgemeine Richtung wird durch den mütterlichen Organismus bestimmt; von ihr hängt die Artform ab, die der wachsende Organismus annimmt; die besondere Form wird dagegen von der Umgebung

mehr oder weniger bedingt. Die jungen Botrydiumzellen, welche sich auf feuchtem Erdboden entwickeln, bekommen schon frühzeitig an der Stelle, wo sie den Boden berühren, eine Hervorragung, eine Ausbiegung der Zellenwand, welche sich hier mehr als an einer andern Stelle vergrössert. Diese Vergrösserung nimmt zu und die Hervorragung wächst zu einem verlängerten Schlauch aus, welcher seine Richtung abwärts in die feuchte Erde nimmt, woher er seine Nahrung bezieht; hier aber spaltet er sich mehrmals in verschiedene Aeste, indem sich an dem Ende der Verlängerung zwei Hervorragungen bilden, die auf gleiche Art sich weiter entwickeln; auch entstehen andere (seitliche) Aeste durch seitliche Hervorragungen. Während nun so ein Theil der Zelle abwärts in die Erde wächst und zur Wurzel wird, erweitert sich der oberirdische Theil derselben zu einer Blase, welche sich bis zu einer gewissen Grenze vergrössert, zugleich in ihrem Innern eine grosse Anzahl sehr kleiner Tochterzellen (Brutzellen) entwickelt, dann vertrocknet und abstirbt, worauf die Brutzellen dieselbe Entwickelung durchmachen. (Vergl. *Kützing,* „Ueber Botrydium u. s. w. in A. Acad. Caes. Leop. Car. N. C.“, Vol. XIX, P. II.) Hier kann man den obern Theil des Phytoms weder für den reinen Stengel noch für ein Blatt in Anspruch nehmen, weil Stengel und Blatt sich gegenseitig bedingen. Man hat für solche Fälle früher gewöhnlich den Ausdruck „Laub“ (frons) gebraucht, wogegen sich nur erinnern lässt, dass wir diesen Ausdruck besser für eine gewisse Art von Blättern verwenden, wodurch zugleich noch der Vortheil entsteht, dass der wissenschaftliche Begriff und Ausdruck nicht mit dem im Volke gebräuchlichen so in Widerspruch kommt, wie dort. Darum habe ich bei den Algen in ähnlichen Fällen schon den Ausdruck Caulom (cauloma) in Anwendung gebracht. Andere ziehen den Ausdruck Thallus, was seinem Ursprung nach einen Sprössling bedeutet, hier aber mit „Lager“ übersetzt wird, vor. Ich werde in vorkommenden Fällen diesen letztern Ausdruck ebenfalls gebrauchen.

§. 532.

Der Thallus ist derjenige Theil des Phytoms, welcher nicht, wie die Wurzel, eine abwärts gehende Richtung im Wachsthum besitzt, wol aber eine entgegengesetzte annehmen kann, ohne sich dabei in Stengel und Blatt zu zertheilen. Die Bewegung, welche Wurzel und Thallus, so wie Wurzel und Stengel trennt, ist daher ihrem Ursprunge nach eine entgegengesetzte.

Alle Pflanzentheile, welche als eine Fortsetzung der Thallus- oder Stengelströmung zu betrachten sind, gehören auch zu den letzteren, mögen sie gekrümmt oder gerade sein, oder auch, wie die Zweige der Traueresche sich abwärts mit ihrer Spitze neigen und dadurch scheinbar die ursprüngliche Richtung der Wurzelströmung annehmen. Um solche Fälle genau zu beurtheilen, muss man sie bis an ihren Ursprung verfolgen, und da ist die Thallus- und Stengelbewegung der Wurzelbewegung immer entgegengesetzt [10]). Dass ein Thallus und Stengel auch unter der Erde, eine Wurzel in der Luft wachsen kann, dass die Richtung jenes nicht immer vertikal nach oben und dieser nicht immer vertikal nach unten sein muss, dass sogar beide eine der horizontalen sich annähernde, ja in einzelnen Fällen über dieselbe hinausgehende Richtung haben können, das Alles gehört nicht zu den allgemeinen, sondern zu den besondern Erscheinungen der betreffenden Organe. Wenn ich daher späterhin in einzelnen Fällen die Richtung der Wurzel dennoch als nach unten und die des Thallus oder Stengels nach oben bezeichnen sollte, so hat diese Bezeichnung dieselbe Bedeutung, als wenn man von der senkrechten Lage zweier Linien oder Flächen spricht, ohne dass dieselbe, dem ursprünglichen Wortlaute nach, eine senkrechte Lage zu haben brauchen.

§. 533.

Bezeichnen wir nun die Wurzelbewegung nach unten, die Thallusbewegung nach oben, so bleiben uns nur noch die seitlichen Bewegungen der Wurzel- und Thallustheile zu betrachten übrig. Dabei ist wieder zu beachten, ob die seitlichen Bewegungen eine blosse Spaltung des Stromes herbeiführen, im Uebrigen aber keine weitere Veränderung zur Folge haben, als dass sie den Thallus theilen; oder ob die (durch seitliche Bewegung von der allgemeinen Thallusströmung abgesonderten) Theile in eine andere Strömung umsetzen, welche von der ursprünglichen Thallusströmung verschieden ist. Ist das letztere der Fall, so entsteht nicht eine Theilung, sondern eine wahre Trennung des Thallus in Stengel und Blatt [11]). Diese Trennung ist charakteristisch durch folgende Erscheinungen:

Gewisse äussere Thallustheilchen schieben sich seitwärts hervor und trennen sich dann auf diese oder jene Weise so, dass endlich an ihnen eine frei gewordene Spitze und eine in Verbindung gebliebene Basis bemerkbar wird. Diese abgesonderten Theilchen wachsen durch Hilfe ihrer Basis für sich weiter und zwar so, dass sich zuerst die Spitze und zuletzt die Basis entwickelt. Die

weitere Entwickelung schreitet also hier von der Spitze zur Basis vor und dadurch ist die Blattbildung charakterisirt. Der Theil aber wo die Blattbasis aufsitzt entwickelt sich von da zur Spitze weiter, so dass seine jüngst gebildeten Theile nicht in der Basis, sondern in der Spitze sich finden, wodurch der Charakter des Stengels ausgedrückt wird.

Diese Erscheinungen kommen aber ebensowol am einzelligen, als am mehrzelligen Phytom vor, und es lässt sich an der aufmerksamen Betrachtung dieses Verhältnisses bei gewissen Caulerpeen die Blattbildung ebenso sicher nachweisen, als die Stengel- und Wurzelbildung.

Was hier bei der einfachen Zellenpflanze durch die Bewegung der Zellentheilchen hervorgerufen wird, das bewirkt bei der Zellgewebpflanze die Wachsthums-Bewegung der einzelnen Zellen.

§. 534.

Das mehrzellige Phytom. Wir haben auch hier allerhand Formen, regelmässige und unregelmässige, kugelige (Coccochloris), halbkugelige (Rivularia), fadenförmige (Conferva), blattartige (Ulva), wurzellose (Oscillaria) und bewurzelte, beblätterte u. s. w.

Hier soll nur die Entstehung einiger wesentlichen Formen betrachtet werden.

Ich mache dabei zunächst auf gewisse Gegensätze aufmerksam, welche sich bei der Entwickelung des mehrzelligen Phytoms zeigen. Diese bestehen darin, dass in dem einen Falle die Zellen sich um eine sehr verlängerte, in dem andern aber um eine sehr verkürzte Axe gruppiren. Im ersten Falle entsteht daher ein verlängertes, im zweiten ein verkürztes Phytom.

Das Wachsthum des Phytoms kann in beiden Fällen wieder ein begrenztes und ein unbegrenztes sein. Im ersten Falle wird dasselbe durch eine oder mehrere Zellen oder Zellengruppen, die sich nicht an dem Phytom weiter entwickeln, geschlossen; im zweiten Falle geht die Entwickelung des Phytoms ununterbrochen fort, wenn äussere Verhältnisse derselben keine Grenze setzen.

§. 535.

Bei der Entstehung und dem fernern Wachsthum des Phytoms schiebt sich stets der neugebildete Theil aus dem ältern hervor, welchem er seine Entstehung verdankt. Der ältere hüllt daher immer den folgenden jüngern anfangs ein und entlässt ihn

erst, wenn er der Enthüllung selbst — d. i. der eignen Entwickelung — fähig ist. Dadurch entstehen Entwickelungsreihen, welche mit einander mehr oder weniger in Verbindung bleiben. Die einzelnen Theile, welche die Entwickelungsreihen des Phytoms bilden, heissen Glieder. Diese sind entweder so mit einander verschmolzen, dass man ihren Anfang und Ende nicht bemerkt, oder sie sind deutlich durch sichtbare Marken geschieden.

Bei dem Phytom, wo eine Trennung in Stengel und Blatt vorhanden ist, werden die Stengelglieder durch Blätter begrenzt. Man nimmt an, dass zu jedem Stengelgliede auch ein Blatt gehöre. Das Blatt, die äusserste Zellenlage des Phytoms bildend, ist die Hülle seines Stengelgliedes.

§. 536.

Die Stengelglieder können sich ebensowol über einander als neben einander entwickeln. Im ersten Falle entsteht ein gewöhnlicher, im zweiten Falle ein scheibenförmiger Stengel.

Der gewöhnliche Stengel ist daran kenntlich, dass er seine Blätter stets an der Seite trägt; der scheibenförmige Stengel trägt seine Blätter auf der Scheibenfläche. (Beispiel: das sogenannte Receptaculum der Sonnenrose.)

Die Fläche des Scheibenstengels kann sein 1) erhaben (kegelförmig, convex), 2) platt, 3) eingesenkt. Im letztern Falle kann die Einsenkung seicht oder tief sein; es kann sogar vorkommen, dass die Ränder der vertieften Scheibe so weit nach oben wachsen und sich so verkleinern, dass die Vertiefung einer nach oben fast verschlossenen Höhle gleicht, welche inwendig mit Blättern u. s. w. besetzt ist (Hagebutten, Feigen).

§. 537.

Ein gewöhnlicher Stengel kann sehr verkürzte und auch sehr verlängerte Stengelglieder haben. Da aber immer das folgende Glied von den vorhergehenden entwickelt wird, so sind die folgenden auch dünner, als die vorhergehenden. Es können verkürzte und verlängerte Stengelglieder beliebig auf einander folgen. Wenn aber der Stengel an gewissen Stellen anfängt, an Dicke zuzunehmen, so ist in der Regel die Umbildung des gewöhnlichen Stengels in den Scheibenstengel die Ursache.

§. 538.

Bei der Verkürzung der Stengelglieder nähern sich die Blätter so, dass sie nahe oder dicht über einander stehen; vereini-

gen sich aber mehrere Stengelglieder neben einander, so stehen die dazu gehörigen Blätter in derselben Höhe als die Stengelglieder. Es entstehen auf diese Weise gegenüberstehende Blätter, Blätterkreise, Blattquirle oder Blattkronen. Sind mehrere solcher Kreise vorhanden, von denen der eine die andern einschliesst, so entstehen Rosetten. Sind aber sämmtliche Stengelglieder bis zu einer gewissen Länge entwickelt, so stehen die Blätter scheinbar zerstreut um den Stengel.

Hierbei ergibt sich, dass die Stengelglieder und mit denselben ihre Hüllen (die Blätter) bei ihrer Aufstellung gegen und zu einander eine gewisse Regel befolgen. Verbinden wir nämlich die Blätter an ihrer Basis durch eine Linie, so erhalten wir eine Spirale, welche um den Stengel herum geht. Man bemerkt ferner, dass die Blätter auch in einer solchen Regel auf einander folgen, welche durch den Winkel ausgedrückt wird, den zwei Flächen mit einander machen, die man sich in senkrechter Stellung durch die Blattbasen und die Stengelaxe gelegt denkt. Dieser Winkel heisst der Divergenzwinkel. Aus der Natur der ganzen Pflanze, als variablen Grösse, folgt, dass derselbe nicht durch eine rationale Zahl ausgedrückt werden kann, und drückt man ihn dennoch durch eine solche Zahl aus, so darf man es damit nicht so genau nehmen [12]). Ausser der spiraligen Anordnung der Blätter, welche sich besonders bei den Tannzapfen bemerkbar macht, zeichnen sich andere besonders durch ihr Auftreten in Längsreihen sehr deutlich aus. So entstehen z. B. bei Macrocystis alle Blätter ursprünglich an einer Seite (sie sind wahre folia monosticha); zweizeilige Blätter sind sehr häufig, dreizeilige schon seltener (Bryothamnion triangulare), vierzeilige bei der gemeinen Heide, u. s. w.

§. 539.

Ueberall wo wahre Blätter und Stengel entstehen, sind beide Theile im Anfange noch nicht vorhanden, sondern statt ihrer das Phytom. Man kann daher nicht sagen, dass das letztere aus beiden Theilen bestehe, sondern es zerfällt nur in dieselben bei weiterer Entwickelung; es ist gleichsam nur die Knospe derselben. *C. F. Wolff* nannte es punctum vegetationis, welche Bedeutung es jedoch nur bei wahren Stengelpflanzen haben kann. Bei der Bildung der Blätter und Stengelglieder kommt es häufig vor, dass erstere in der Ausbildung den letztern so weit voranschreiten, dass man diese kaum bemerkt. Geht dabei die Ausbildung der erstern zunächst nur so weit, dass sie, wenn auch

bis zu einem gewissen Grade entwickelt, sich nicht entfalten (d. i. öffnen), ohne vorher eine Zeitlang in ihrem Wachsthum geruht zu haben, so entsteht dadurch eine Folge von Stengelgliedern und Blättern in der Weise, dass alle jüngern von den ältern eingehüllt werden und in diesem Zustande eine Zeitlang verharren. Solche unentfalteten Stengel- und Blattgebilde heissen Knospen. Ihre nähere Betrachtung, so wie die Entwickelung der verschiedenen Formen des Pflanzenkörpers bei niedern und höhern Gewächsen soll in dem zweiten Bande besprochen werden.

§. 540.

Ausser den Blättern gibt es aber noch andere Organe, welche beim Phytom Hüllen bilden, die selbst die Blätter bedecken. Diese Organe hat man appendiculäre Organe genannt und es gehören zu ihnen:

1) Wärzchen oder Papillen.
2) Haare.
3) Striegeln.
4) Schilder.
5) Schüppchen.
6) Stacheln.

Diese appendiculären Organe entwickeln sich aus der obersten Zellenschicht der Pflanze, welche man Epidermis genannt hat. Die Epidermis ist in vielen Fällen glatt; die Verschiedenheiten ihrer Oberfläche sind ziemlich mannigfaltig und in letzter Zeit durch *A. Wigand* („Bot. Zeitg.", 1850, 409 fg.) untersucht. Die oben verzeichneten appendiculären Organe tragen am meisten dazu bei, einer Pflanze oder deren Theilen ein besonderes äusseres Ansehen zu geben. So bilden z. B. die Wärzchen, welche nur von Hervorragungen der äussern Zellenwandung gebildet werden, die sammtartige weiche Oberfläche mancher Blumenblätter. Die Haare dagegen kommen in sehr verschiedener Form und Bildung vor. Sie bestehen stets aus Zellen, welche einfach reihenweise mit einander verbunden und bisweilen verästelt sind. Die meisten sind daher gegliedert. Es gibt aber auch ungegliederte. Je nach der Zartheit und Biegsamkeit, oder der Dicke und Derbheit der Zellenwand sind auch die Haare weich, flaumartig, kurz oder lang, gerade oder gekrümmt, dicht oder vereinzelt stehend, auch wol unter einander gewebt wie Filz oder Wolle; oder sie sind steif, mit oder ohne stechende Spitze, oder an der Spitze mit einer kopfförmig angeschwollenen Endzelle (Drüsenhaare) versehen (Taf. 10. Fig. 1. c. d.). Manche Haare entstehen unmittelbar durch Ver-

längerung einer Epidermiszelle, andere sitzen einer solchen Zelle auf; manche haben an ihrer Basis einen besondern Fuss von mehreren verkürzten Zellen (z. B. Salvia officinalis. Taf. 1. Fig. 2.) und wieder andere sind an ihrer Basis angeschwollen und eine Strecke weit mit Epidermiszellen bekleidet (z. B. die Brennhaare bei Urtica. Taf. 10. Fig. 7.). Die Spitze der Brennhaare ist so spröde, dass sie beim Stechen abbricht und in der Wunde stecken bleibt, wobei sich der ätzende Zellensaft (der vielleicht Ameisensäure ist) ergiesst und das Jucken und Brennen verursacht. Gewisse Haare wachsen so eigenthümlich, dass sie selbständige Gebilde, gleichsam Schmarotzer zu sein scheinen. Besonders zeichnen sich die ästigen Haare und diejenigen, welche mit einem besondern Fuss versehen sind, aus.

Die Striegeln oder Striegelhaare, welche z. B. an den verschiedenen Mohnarten vorkommen, sind nicht aus einfachen, sondern mehrfachen Zellenreihen zusammengesetzt.

Auch die Schilder bestehen aus seitlich verwachsenen langgestreckten und strahlig geordneten Zellen. Sie sind ausgezeichnet bei den Elaeagneen.

Die trocknen Schüppchen bei den Farrnkräutern sind aus flächenförmig verbundenen Zellen gebildet.

Die Stacheln an den Blättern und Stengeln der Rosen bestehen aus fest verwachsenen schmalen verdickten Holzzellen.

Anmerkungen und Zusätze.

---

1) Zu §. 389. S. 185. Es kann die erwähnte Thatsache allerdings nur zum Theil den Unterschied zwischen organischen und unorganischen Körpern begründen, denn es sind auch Fälle bekannt, wo Mineralien ebenfalls ihre Stoffform, aber nicht ihre Körperform verändert haben. Als ein hierher gehöriges Beispiel führe ich nur an, dass unter den Veränderungen, welche ein Mineralienlager bei dem grossen Brande in Hamburg erlitten, auch der Fall erwähnt wird, dass Eisenspath, mit Beibehaltung seiner Krystallform, in Brauneisenstein umgewandelt worden. („*Erdm.* Journ.", 1843, No. 5. S. 317.)

2) Zu §. 436. S. 243. Es ist absichtlich geschehen, dass ich die Entwickelungsverhältnisse der Scheiden (vaginae), welche sich bei den Oscillarinen finden, einmal hier bei den Zellen, das andere Mal aber bei der Cuticula (§. 504) zur Sprache bringe. Das bringt allerdings meine Methode mit sich, wie *Naegeli* ganz richtig bemerkt hat. Aber der Leser wird bald auch den Vortheil bemerken, den die Betrachtung eines Objects von verschiedenen Seiten und unter verschiedenen Gesichtspunkten darbietet.

3) Zu §. 438. S. 247. Der Milchsaft hat seit länger als einem Vierteljahrhundert durch die Bemühungen von *C. H. Schultz-Schultzenstein* die Aufmerksamkeit der Physiologen in einem solchen Grade angeregt, dass die bedeutendsten Männer und hervorragendsten Talente sich der Untersuchung desselben gewidmet haben. So einfach die Sache an sich ist, so gab doch ein besonderer Umstand Veranlassung, ihr eine viel wichtigere Bedeutung beizulegen, als sie verdient. Als nämlich *Schultz* einst die Milchzellen in den Blättern von Chelidonium majus in einer solchen Lage unter dem Mikroskope betrachtete, dass das directe Sonnenlicht vom Spiegel auf das Object geworfen wurde, machte sich eine Strömung des Milchsaftes in den Milchzellen bemerkbar. Diese Strömung konnte jedoch nur unter gewissen Bedingungen gesehen werden, woher es kam, dass sie von vielen Beobachtern nicht gesehen und daher geleugnet wurde. *Schultz* gab sich indessen Mühe, diese Erscheinung mit den allgemeinen Erscheinungen des Pflanzenlebens in eine solche Verbindung zu bringen, dass sie als die wichtigste erschien. Er nannte den Milchsaft „Lebenssaft" (latex), die Milchzellen „Lebenssaftgefässe" und die Bewegung des Saftes „Cyclose". Die Summe der *Schultze'schen* Untersuchungen und Erklärungen findet man in zwei der neuesten Schriften dieses Forschers: 1) „Sur la circulation et sur les vaisseaux laticifères dans les plantes" (welche ein besonderer Abdruck seiner, in den „Mémoires présentés par divers savants à l'académie royale des

sciences de l'institut de France", Tom. VII, 1841, niedergelegten französischen Preisschrift ist), und 2) „Ueber die Cyclose des Lebenssaftes in den Nov. Act. A. L. C. N. C.", Tom. XVIII, Suppl. II, 1841. — Die trübe Beschaffenheit des Milchsaftes mag wol in den meisten Fällen die Ursache sein, warum man über seine Natur nicht hat ins Klare kommen können. Darum sind auch, und besonders durch *Schultz*, neben manchem Wahren, viele Irrthümer über dieses Phänomen verbreitet worden. Die beste Untersuchung „über den Milchsaft und seine Bewegung" haben wir in neuerer Zeit von *H. Mohl* („Bot. Zeitg.", 1843, Sp. 553 fg.) erhalten. Er hat viele Irrthümer in den *Schultze'schen* Schriften aufgeklärt und überhaupt die genauesten Untersuchungen über den Milchsaft angestellt, deren Resultate ich, soweit ich sie geprüft habe, nur bestätigen kann. Was die von *Schultz* sogenannte „Autosyncrise" und „Autodiacrise" betrifft, so erklärt *Mohl* dieselben für reine Phantasiegebilde; die Strömungen des Saftes aber können beliebig hervorgerufen werden, sowol durch Verletzung des unter dem Mikroskop befindlichen Objectes, wodurch ein Ausfliessen des Saftes bewirkt wird, als auch durch Drücken des Objects zwischen zwei Glasplatten, wobei man es in seiner Gewalt hat, der Strömung eine gewisse Richtung zu geben. In unverletzten Milchzellen, welche sich in der Ruhe befinden und nicht gedrückt werden, kommt auch keine solche Strömung des Saftes vor.

Dass die Milchzellen mehr als verdickte Wände der Intercellularräume sind, beweisen diese Organe bei den Agaricusarten.

4) Zu §. 445. S. 254. Ueber die Entwickelung der Keimzellen bei Anthoceros laevis haben wir sehr schöne Untersuchungen von *H. Mohl* (in „Linnaea" XIII) und von *H. Schacht* (in der „Bot. Zeitg.", 1850, Sp. 457 fg.) erhalten, welche im Wesentlichen nicht von den meinigen abweichen.

5) Zu §. 477. S. 278. Dass die Wände der jungen Zellen schon sehr früh mit durchgehenden Oeffnungen versehen sind, wurde in neuester Zeit von *P. Harting* (Scheikund. Onderz., III. Deel, S. 31—167) zur Sprache gebracht. Aber *H. v. Mohl* hat sich entschieden und wiederholt dagegen erklärt („Bot. Zeitg.", 1846 und 1847, Sp. 337 fg.). Mir bleibt nun Nichts weiter übrig, als die bestimmte Versicherung, dass ich alle von mir angegebenen Erscheinungen so genau dargestellt habe, als ich sie beobachtete. Um sich von der Anwesenheit der durchgehenden Löcher in der Membran junger und in kräftigster Vegetation stehender Zellen zu überzeugen, empfehle ich auch noch das Parenchym junger (frischer oder getrockneter) Galläpfel, von denen man ein sehr feines Präparat anfertigt, das man mit einer Auflösung von Eisenoxyd befeuchtet und stehen lässt, bis die Zellenmembran sich durch und durch blau gefärbt hat, wozu 8—12 Stunden ausreichen. Die Löcher sind ganz offen. Die verschliessende Membran fehlt bei jungen Zellen durchaus; nur bei ältern, leicht verholzenden Zellen sind die Poren nach aussen verschlossen. Ich mache darauf aufmerksam, dass zur Untersuchung dieser Thatsache diejenigen Parenchymzellen (z. B. von saftigen Früchten, Wurzeln u. s. w.) sich am besten eignen, welche sich nicht verholzen.

6) Zu §. 489. S. 294. Ich habe absichtlich bei der Darstellung der Zellenbildung vermieden, dieselbe durch Einschaltung von historischen und kritischen Bemerkungen viel zu unterbrechen. Nur einigemale, wo ich es für nöthig hielt, ist es geschehen. Jetzt halte ich es aber auch für Pflicht,

derjenigen Männer dankbar zu erwähnen, durch deren Thätigkeit unsere Kenntniss von der Zelle in neuerer Zeit besonders gefördert worden ist.

Als die Pflanzenphysiologie noch in ihrer Kindheit war, liessen sich ihre Pfleger durch manche auffallende äussere Verschiedenheit, welche die Zelle unter bestimmten Verhältnissen zeigt, so täuschen, dass sie glaubten, es mit mehreren Elementarorganen zu thun zu haben, und ältere Physiologen der neuesten Zeit haben ausser den Zellen immer noch Fasern und Gefässe unterschieden. Zu den Fasern rechneten sie aber die sehr lang gestreckten und an beiden Enden spitzen Zellen, während sie unter Gefässen nicht nur die sehr langen röhrenförmigen Zellen verstanden, die unbegrenztes Spitzenwachsthum zeigen und deren Wände in frühester Jugend aus Spiralfasern gebildet sind, sondern auch gewöhnliche Zellen ohne Spitzenwachsthum, welche Spiralfasern, Löcher, Spalten u. s. w. in ihrer Wandung besitzen. Erst durch *Mohl* und *Schleiden* sind alle diese Verschiedenheiten auf die Zelle zurückgeführt worden, und während *Mohl* hauptsächlich das Verdienst sich erworben hat, dass er durch die Beobachtung der verschiedenen Alterszustände die Formen genauer unterschied, ihre Structur und ihren Zusammenhang ermittelte, suchte *Schleiden* besonders die Zelle in ihren Uranfängen zu beobachten, um über ihre Entstehung Auskunft zu erhalten. Er war es zuerst, der dem Zellenkern die wichtigste Bedeutung bei der Zellenbildung beilegte und er beging dabei nur den Fehler, dass er denselben in der beschränkten Form des „Cytoblasten" allein auffasste. *Mohl* erklärte dagegen den „Primordialschlauch" für die Grundlage der Zellenbildung. Beide Theorien standen so neben einander ohne Verbindung, jede hatte ihre Wahrheiten für sich und doch reichte keine aus, alle Erscheinungen des Zellenlebens zu erklären. Endlich gab es noch eine dritte Erklärung über die Entstehung der Zellen, nämlich die von *Mirbel.* Dieser nahm an, dass die Zellen in einer sulzigen Masse, in einem Schleime (Cambium) entstehen, welcher sich verdicke, anfangs homogen sei, dann aber eine Menge Höhlen erhalte, welche die Zellen bilden. Daher haben nach *Mirbel* die Zellen, welche neben einander stehen, anfangs gemeinschaftliche Wände. Auch diese Ansicht hat in gewisser Beziehung ihre Richtigkeit, nur nicht so, wie sie *Mirbel* dargelegt hat.

Da eine sorgfältige Besprechung dieser verschiedenen Ansichten hier mehr Raum einnehmen würde, als nach der Anlage des Werkes gestattet werden kann, so muss ich mich damit begnügen auf die Arbeiten dieser Naturforscher selbst hinzuweisen. Man vergleiche daher:

Schleiden, „Grundzüge der wissenschaftlichen Botanik", I, 3. Auflage, S. 204 fg.

H. Mohl, 1) Einige Bemerkungen über den Bau der vegetabilischen Zelle. „Bot. Zeitg.", 1844, Sp. 273. 2) Ueber das Wachsthum der Zellenmembran. „Bot. Zeitg.", 1846, Sp. 337. — Die letzte Arbeit *v. Mohl's* über die vegetabilische Zelle, welche in Braunschweig erschienen ist, habe ich noch nicht erhalten.

Mirbel, Nouvelles Notes sur le Cambium, lues à l'académie des sciences, dans la séance 29 Avril 1839.

In Deutschland ist es besonders *Unger,* welcher hinsichtlich der Zellenbildung sich den *Mirbel'schen* Ansichten anschliesst. Vergl. „Ueber das

Wachsthum der Internodien von anatomischer Seite betrachtet". „Botan. Zeitg.", 1844, Sp. 489 fg.

Alle Differenzen lassen sich dadurch erklären, dass *Mirbel* die Zellen nur durch einen flüssigen, *Schleiden* nur durch einen festen, *Mohl* durch einen schlauchförmigen Zellenkern entstehen lässt. Jede Ansicht kann durch Beispiele bewiesen werden, aber jede passt auch nur auf eine bestimmte Anzahl von Fällen.

Weitere Beiträge zur Entwickelungsgeschichte der Zellen haben noch geliefert:

Naegeli. 1) „Ueber die Entwickelung des Pollens", Zürich 1842. 2) „Ueber den Zellenkern, Zellenbildung und Zellenwachsthum u. s. w." in „*Schleiden* und *Naegeli*, Zeitschrift für wissenschaftliche Botanik", Bd. I, Heft 1. 3. 4. 3) „Die neuern Algensysteme", 1847. 4) „Gattungen einzelliger Algen", 1849.

Was die weitern Erscheinungen des Zellenlebens betrifft, so ist zu erwähnen, dass in neuerer Zeit *Meyen* die Ansicht zu begründen suchte, dass die Zellenwände aus Fasern zusammengesetzt wären. (Dessen „Neues System der Pflanzenphysiologie", I, S. 45 fg.)

Die Theorie, welche *Hartig* über die Zellenbildung aufgestellt und zuletzt gegen die Angriffe von *Schleiden* in einer besondern Schrift („Beiträge zur Entwickelungsgeschichte der Pflanzen", 1843) vertheidigt hat, muss ich als unrichtig erklären. Eine ausführliche Beleuchtung derselben findet man auch in *H. Mohl's* Aufsatze „Einige Bemerkungen über den Bau der vegetirenden Zelle". „Bot. Zeitg.", 1844, Sp. 307 fg.

Endlich ist noch *Karsten* anzuführen, welcher den „Primordialschlauch" *Mohl's*, den ich schon einige Jahre vorher in den Algen als eine innerste Zelle in der gewöhnlichen erkannt hatte, ebenfalls als eine secundäre Zelle schon frühzeitig (1844) betrachtete. Die Darstellung des Vorgangs bei der Zellenbildung, wie ihn *Karsten* sich denkt, ist jedoch für mich nicht klar genug; er verwechselt die radialen Strömchen des Zellenkerns mit Scheidewänden von Vacuolen und lässt die jungen Zellen innerhalb des Primordialschlauchs entstehen, welcher daher nach *Karsten* die eigentliche Mutterzelle ist. Diese Ansicht ist grundfalsch. Vergl. *Karsten*, „De cella vitali", und „Die Vegetationsorgane der Palmen", 1847.

7) Zu §. 493. S. 297. Ueber andere feine fadenförmige und gekrümmte Bildungen im Zellenkerne habe ich schon in meiner „Phycologia generalis" gesprochen und dieselben bei Ectocarpus Taf. 12. III. abgebildet. Ich glaube, dass diese Fäden den beweglichen Spiralfäden analog sind, nur dass sie nicht schwärmen.

8) Zu §. 504. S. 308. Die Ansicht *Hartig's* und Anderer, welche die Cuticula „für die im Umfange des pflanzlichen Individuums fortwachsende Urzelle" halten, hat nur eine sehr beschränkte Geltung, denn die Cuticula der jüngern Theile einer grössern Pflanze steht nur in so fern mit der „Urzelle" in Verbindung, als sie von der Nachkommenschaft derselben abgeleitet werden kann.

Die neueste Untersuchung der Cuticula durch *H. v. Mohl* findet man in der „Bot. Zeitg.", 1849, Sp. 593 fg. — Eine sehr fleissige Arbeit über diesen Gegenstand hat auch *Cohn* geliefert. („De Cuticula." „Linnaea", 1850, S. 337—407.)

9) Zu §. 511. S. 310. Ich kann nicht umhin, bei dieser Gelegenheit auf die sehr unrichtigen Benennungen *Meyen's* für gewisse Zellengewebsformen aufmerksam zu machen, durch welche ein den Zellen angehöriges Prädicat fälschlich auf das Gewebe derselben übergetragen wird. Dahin gehören z. B. „Würflichtes Parenchym“ (weil die Zellen würfelförmig sind!), „säulenförmiges, sternförmiges, tafelförmiges Parenchym“.! u. s. w. Wer denkt dabei nicht abermals an den „ledernen Handschuhmacher“ in Berlin?

10) Zu §. 532. S. 325. Es ist in gewissen Fällen allerdings leichter einen Charakter zu kritisiren, als einen bessern dafür aufzustellen. „Nullus character infallibilis est.“ Ein unfehlbarer Charakter ist ein Unding. In einem wissenschaftlichen Buche soll indessen der Charakter der vorkommenden Dinge gezeichnet werden, so weit es der wissenschaftliche Standpunkt zulässt. Das habe ich in dem obigen §. versucht. *Schleiden* hat vorgezogen, den allgemeinen Begriff von Wurzel gar nicht in Erörterung zu ziehen, sondern spricht gleich von ächter Wurzel und Nebenwurzel. Was beiden gemeinsam ist, darüber geht er hinweg. Die Moose sind nach ihm „wurzellose Agamen“. Das ist nicht richtig. Die Moose haben nur keine Wurzel wie die gamischen Pflanzen und die Farrne. Ihre Mooswurzel ist aber ebenso ächt, wie die Wurzel der Phanerogamen.

11) Zu §. 533. S. 325. Man findet es sehr gewöhnlich, die Blätter als peripherische und den Stengel als Centraltheil der Pflanze anzusehen; diese Ansicht ist jedoch eine oberflächliche, denn die Stengel- und Wurzelspitzen gehören doch gewiss auch zur Peripherie der Pflanze.

12) Zu §. 538. S. 328. Wir haben über die Blattstellung zwei Theorien erhalten, deren Schöpfer sich grosse und vergebliche Mühe gegeben haben, dieselben durch mathematische Genauigkeit zu begründen. Die eine, welche von *Schimper* herrührt und von *A. Braun* weiter verfolgt wurde, nimmt an, dass die Divergenzwinkel, bei einer grossen Anzahl von Pflanzen, allerdings rationale Theile des Umfangs nach der Reihe $\frac{1}{2}$, $\frac{1}{3}$, $\frac{2}{5}$, $\frac{3}{8}$, $\frac{5}{13}$, $\frac{8}{21}$, $\frac{13}{34}$ (also = 180°, 120°, 144°, 135°) seien. Daraus folgt, dass nach einer bestimmten Zahl von Spiralwindungen (Wendeln) das letzte Blatt, welches den Cyclus beschliesst, genau vertikal auf demjenigen stehen muss, wo er angefangen hat. Die Anzahl der Wendeln, innerhalb eines Cyclus, werden durch den Zähler, die Zahl der dazu gehörigen Blätter durch den Nenner ausgedrückt. Ausser dem oben angeführten Stellungsverhältniss gibt *A. Braun* auch noch Blattstellungen nach folgenden Reihen:

$\frac{1}{3}$, $\frac{1}{4}$, $\frac{2}{7}$, $\frac{3}{11}$, $\frac{5}{18}$ u. s. w.
$\frac{1}{4}$, $\frac{1}{5}$, $\frac{2}{9}$, $\frac{3}{14}$, $\frac{5}{23}$ » » »
$\frac{1}{5}$, $\frac{1}{6}$, $\frac{2}{11}$, $\frac{3}{17}$, $\frac{5}{28}$ » » »
$\frac{1}{6}$, $\frac{2}{7}$, $\frac{2}{13}$, $\frac{3}{20}$, $\frac{5}{33}$ » » »

Man findet diese Theorie am ausführlichsten dargestellt in der Schrift „Vergleichende Untersuchung über die Ordnung der Schuppen an den Tannenzapfen, als Einleitung zur Untersuchung der Blattstellung überhaupt. Von Dr. *A. Braun.*“ 1830.

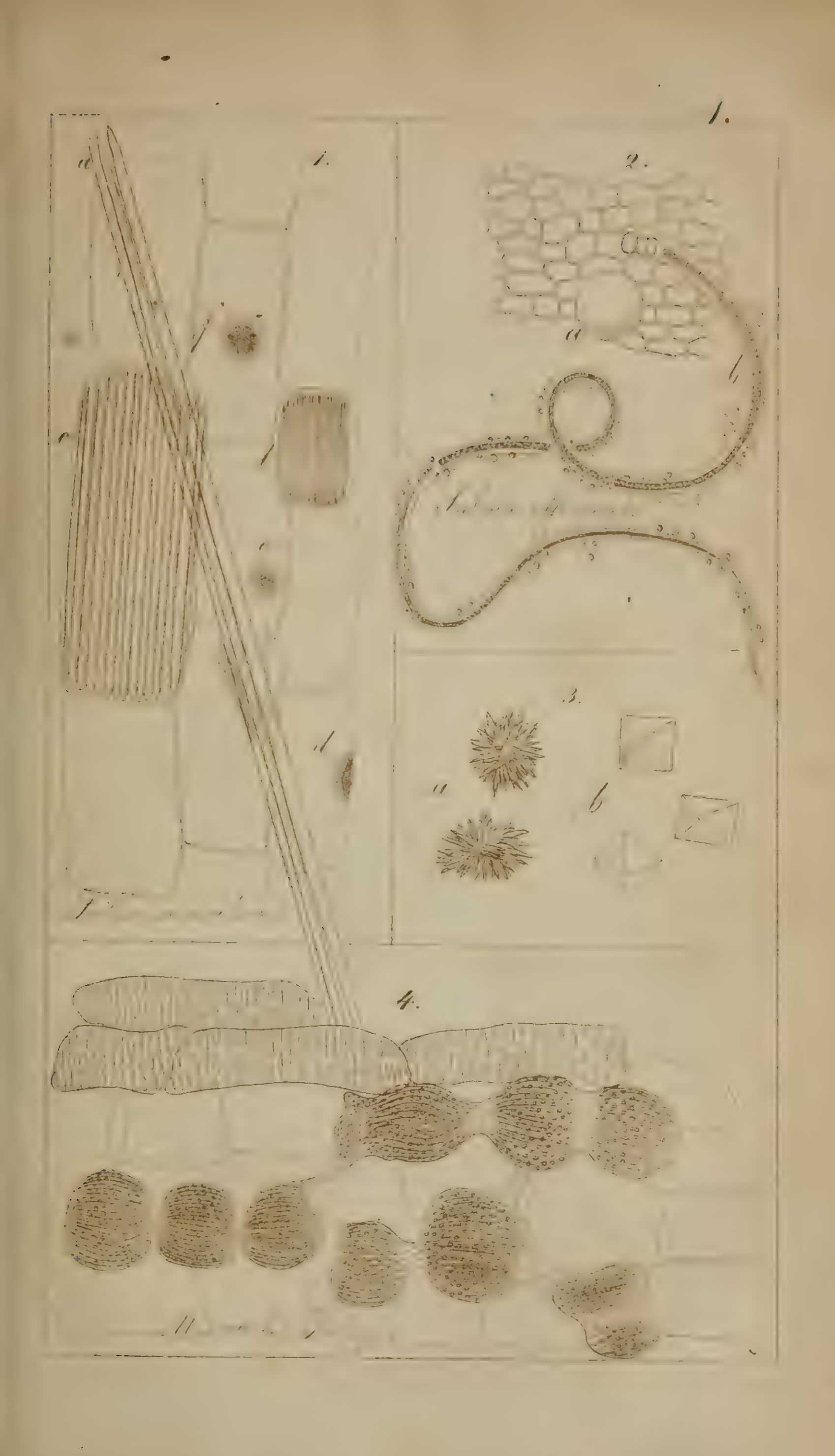
Die andere Theorie wird durch die Gebrüder *Bravais* vertreten. Sie ist in einer Schrift niedergelegt, welche den Titel führt: „Mémoires sur la disposition géométrique des feuilles et des inflorescences etc.“ Paris 1838, wovon 1839 eine von *Walpers* besorgte deutsche Uebersetzung in Breslau erschien. Während *Schimper* und *Braun* verschiedene Blattstellungsverhält-

nisse annehmen, welche durch rationale Grössen ausgedrückt werden können, suchen die Gebrüder *Bravais* die Blattstellung auf ein einfaches Gesetz zurückzuführen und nehmen als mittlern Divergenzwinkel 137° 30′ 28″ an, der aber in Beziehung auf den Umfang (360°) irrational ist. Sie unterscheiden übrigens krummreihige und geradreihige Blätter. Die krummreihigen sind in der oben citirten Schrift abgehandelt, die geradreihigen aber in einer später (1840) erschienenen Schrift „Essai sur la disposition générale des feuilles rectiseriées“. Ausserdem ist noch zu erwähnen eine Arbeit *Naumann's* „Ueber den Quincunx als Grundgesetz der Blattstellung vieler Pflanzen“, Dresden 1845. Der Verfasser dieser Schrift geht einen ganz eignen Weg, indem er die bei der Blattstellung sich zeigende Spirallinie als eine secundäre — nicht, wie seine Vorgänger, als die wesentliche — Erscheinung betrachtet. Der Grundtypus der Blattstellung wird durch aufrechte, der Axe gleichlaufende Blattreihen bezeichnet. Die Spiralstellung kommt nur dadurch zum Vorschein, dass der Standpunkt der benachbarten Blätter in der Höhe wechselt; darum hat die Spiralstellung nur eine untergeordnete Bedeutung, selbst da, wo sie so auffallend sich ausprägt, dass die geraden Reihen durch sie versteckt werden.

Druck von F. A. Brockhaus in Leipzig.

Druckfehler.

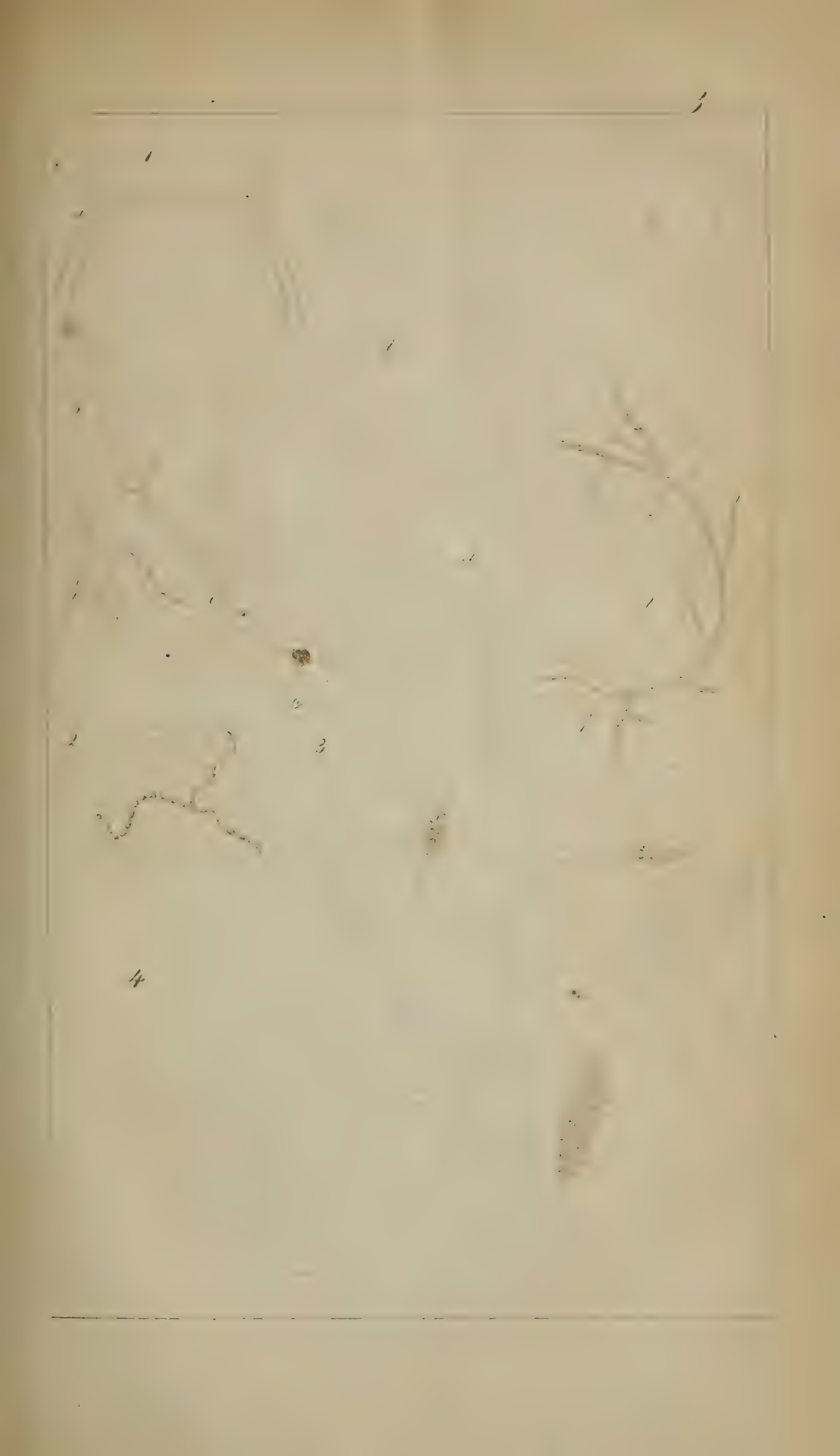
Seite 18 Zeile 30 muss es heissen: *Mougeot*
« 28 « 6 « « « Wahrnehmungsreihen
« 30 « 10 « « « seine Methode gegründet
« 94 « 27 « « « Körpern
« 116 « 19 « « « als sie im Wasser auflöslich sind.
« 125 « 34 « « « beschäftigt
« 173 « 8 « « « bessere
« 203 « 37 « « « Fig. 3.
« 214 letzte Zeile und alle folgenden Male muss es heissen: Oxyproteïn
« 234 Zeile 39 muss es heissen: Fig. 2.
« 236 « 5 « « « Fig. 3.
« 237 « 39 « « « Inhalt sich bräunt
« 238 « 35 « « « wobei die Zellen
« 254 « 31 « « « Fig. 4.
« 255 « 36 « « « Fig. 3. b.
« 278 « 13 « « « Cystoclonium
« 293 « 37 « « « Coscinodiscus.
« 313 « 22 « « « Taf. 18.


I.
1.
2.
3.
4.

4

8

9





1.

2

3

Beta

4


7.
Erum Lens
Althaea officinalis

1 a b c — 2

Cardamomum — Mace.

3 — 4

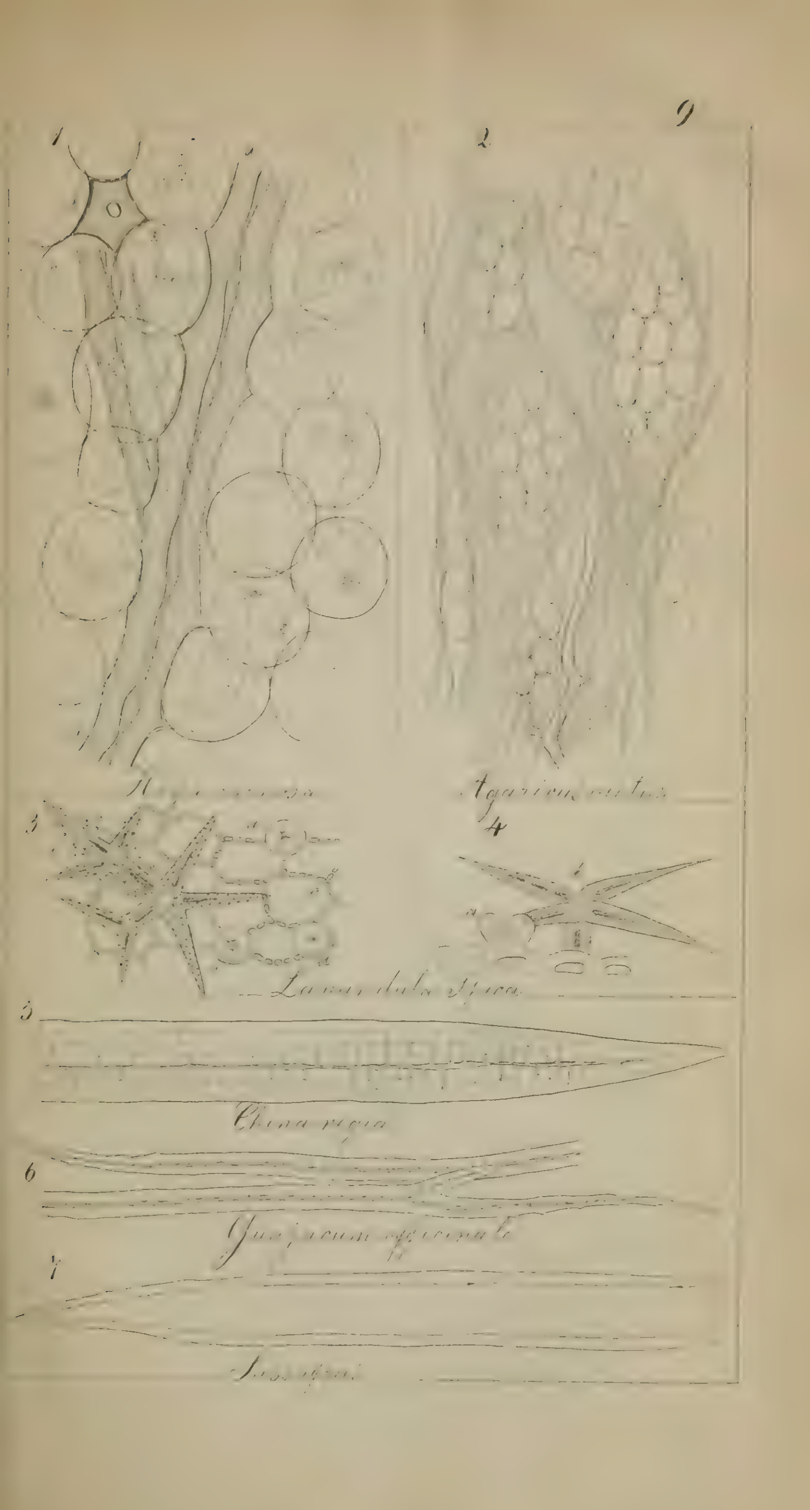
Marchantia polymorpha — Epidermis

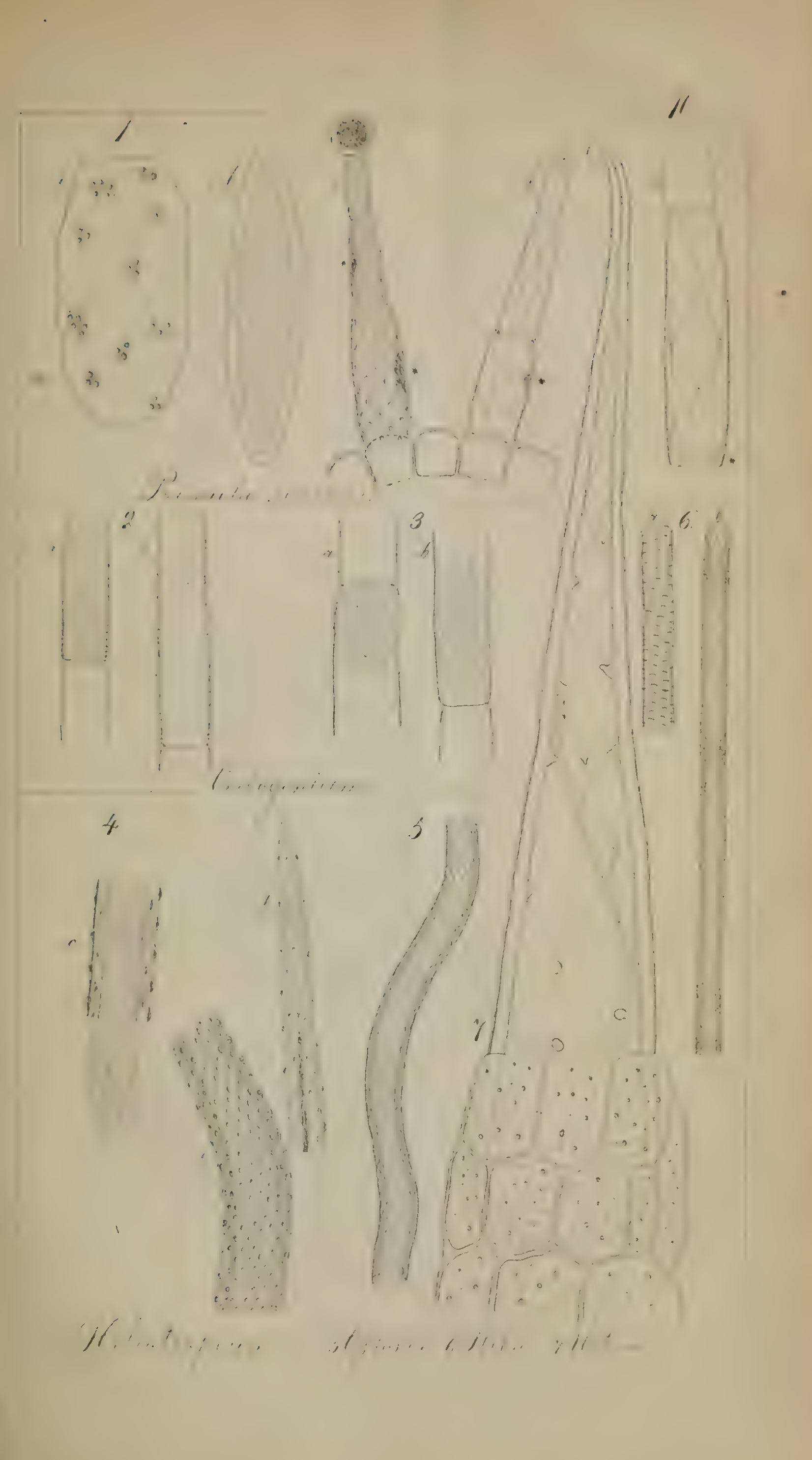
5 a b — 7 a b — [illegible] — 6 a b

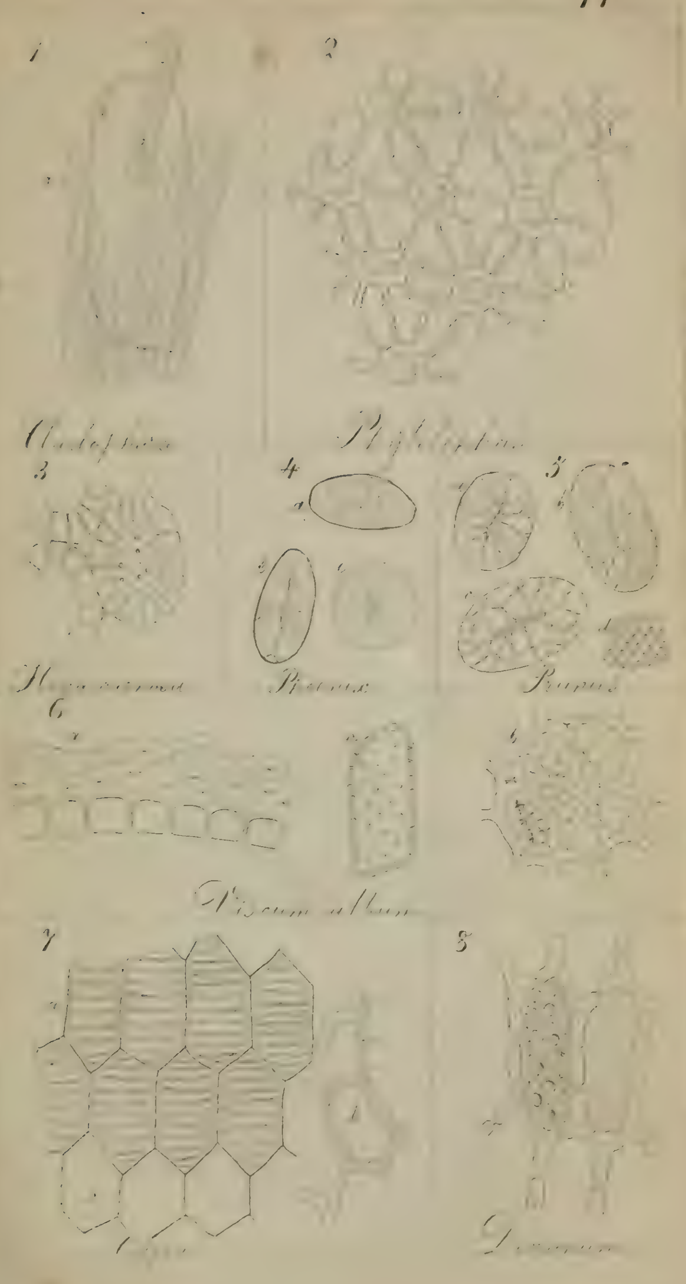
[illegible] — [illegible]

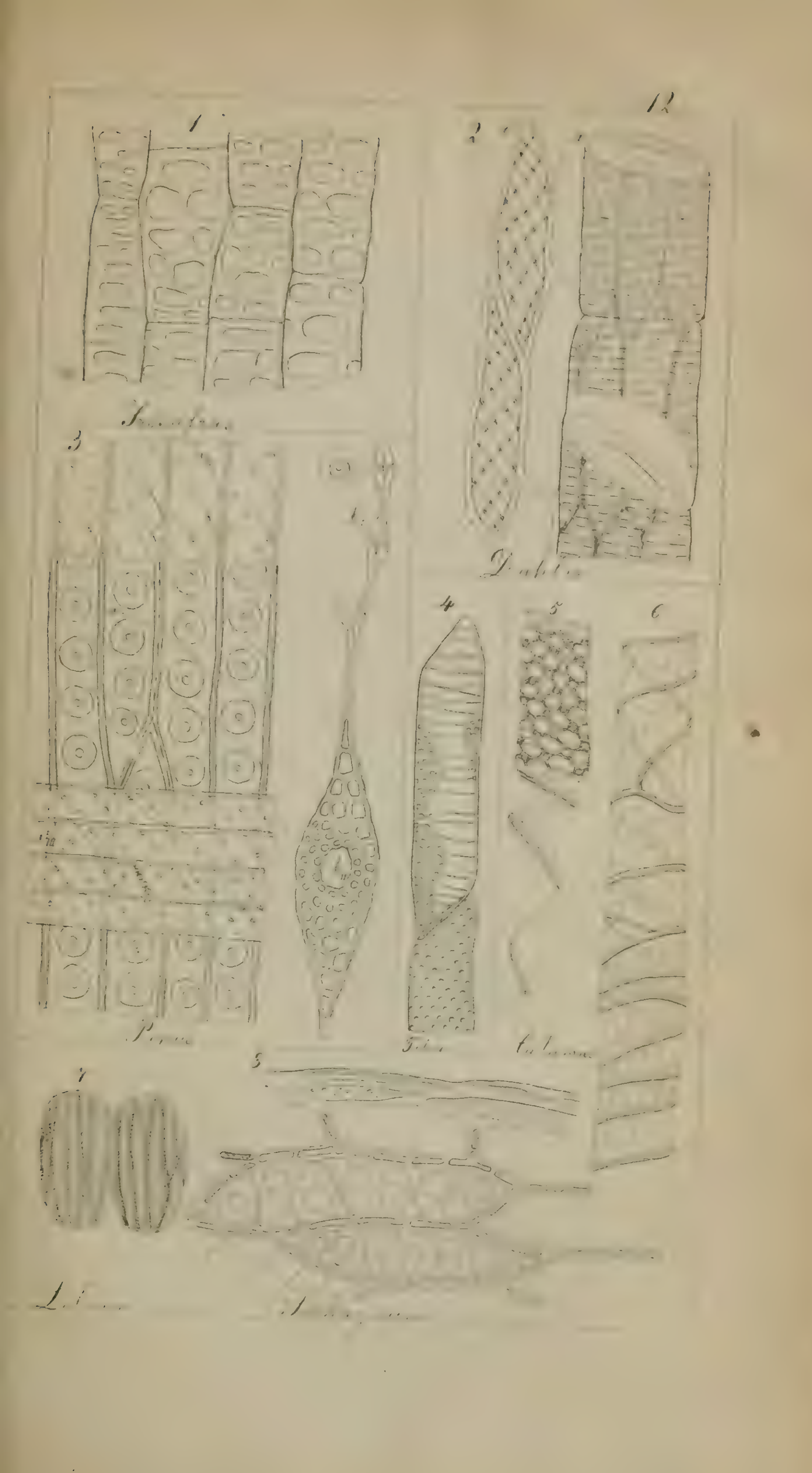
8 a b c d e

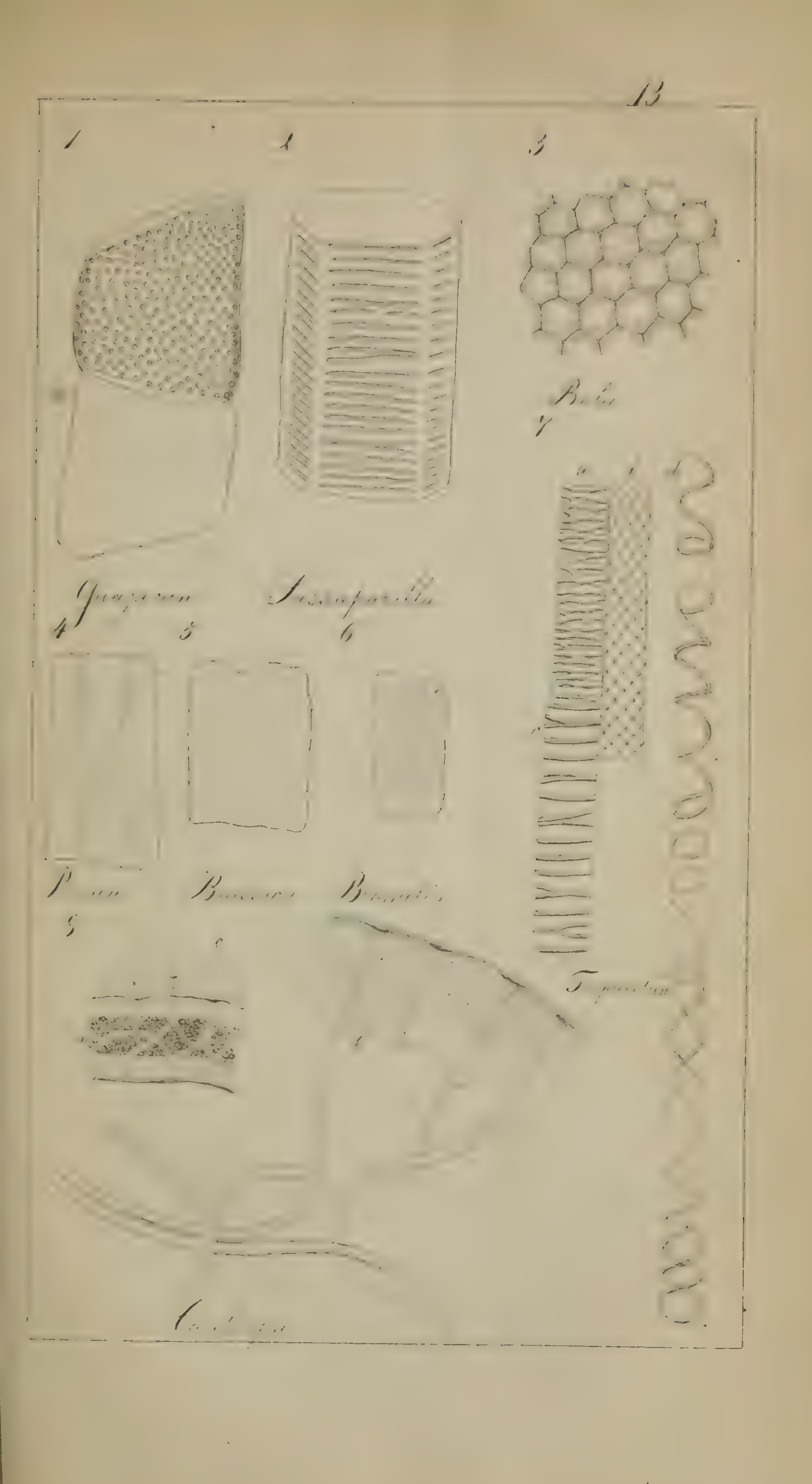
[illegible]


1
2
Agaricus
3
4
Lavandula
5
China regia
6
Guajacum officinale
7
Gossypii

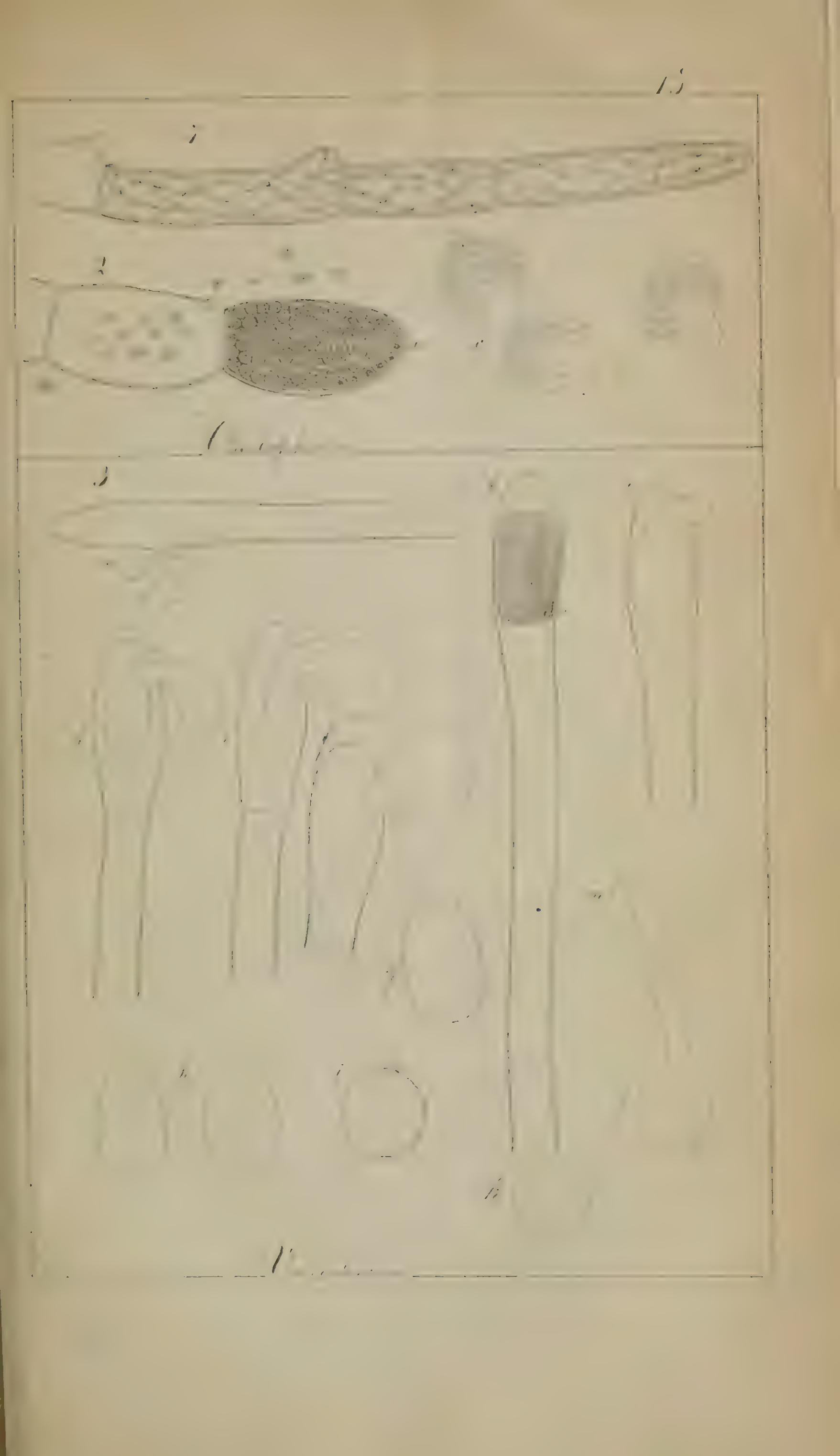


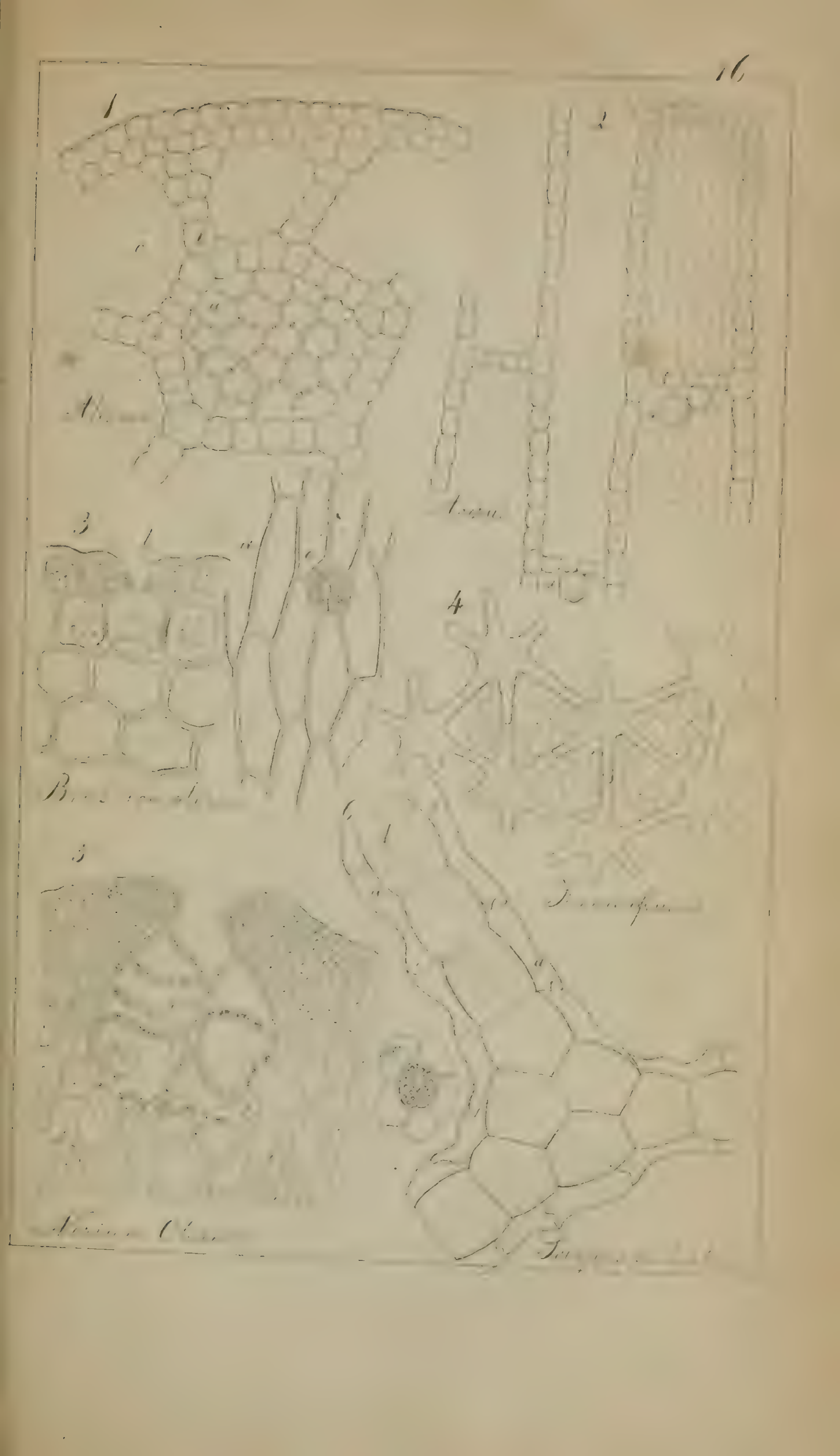

1
2
3
4
5
6
Pinus
Viscum album
7
8

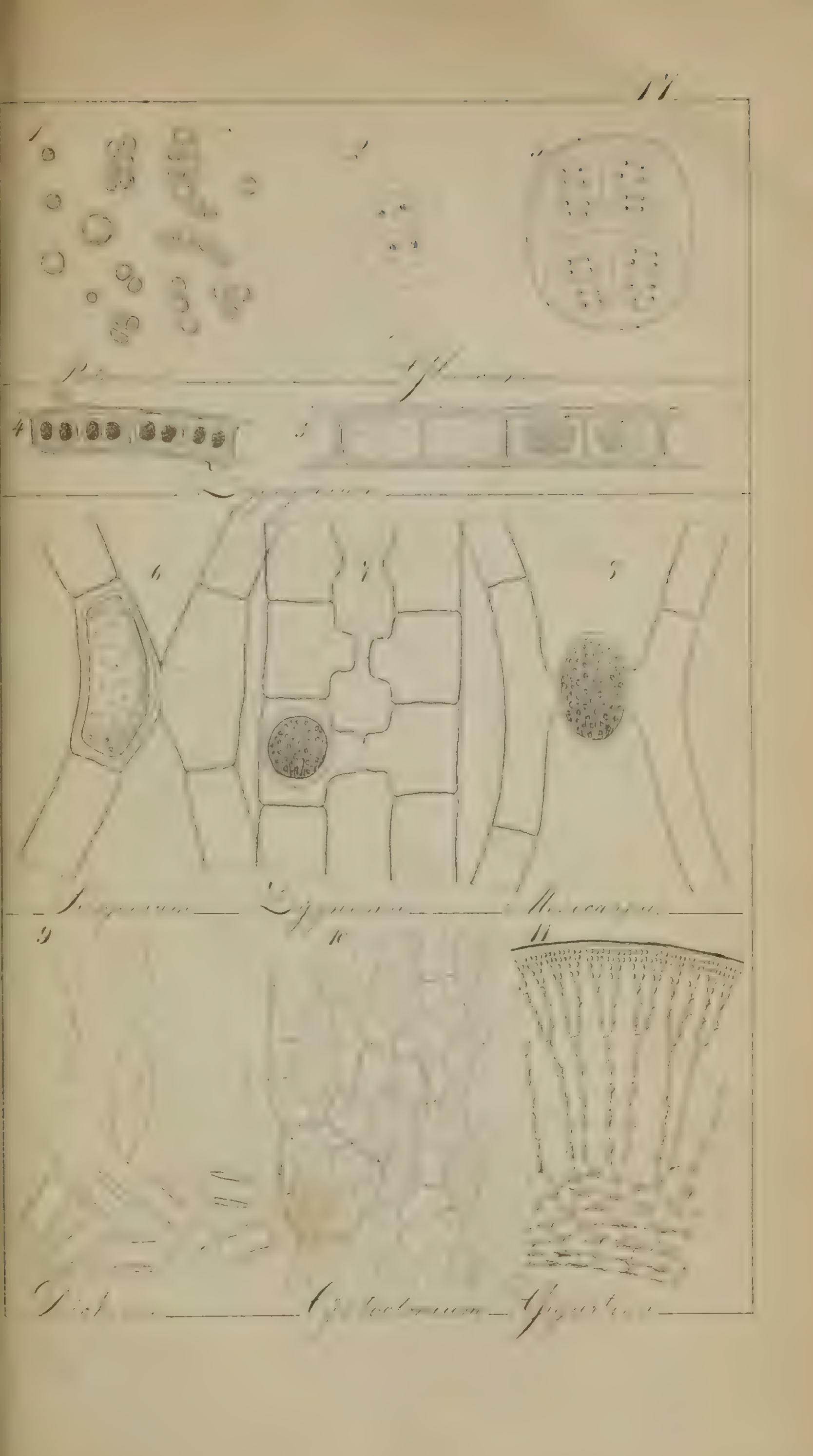

12
1
2
3
4
5
6
7
8

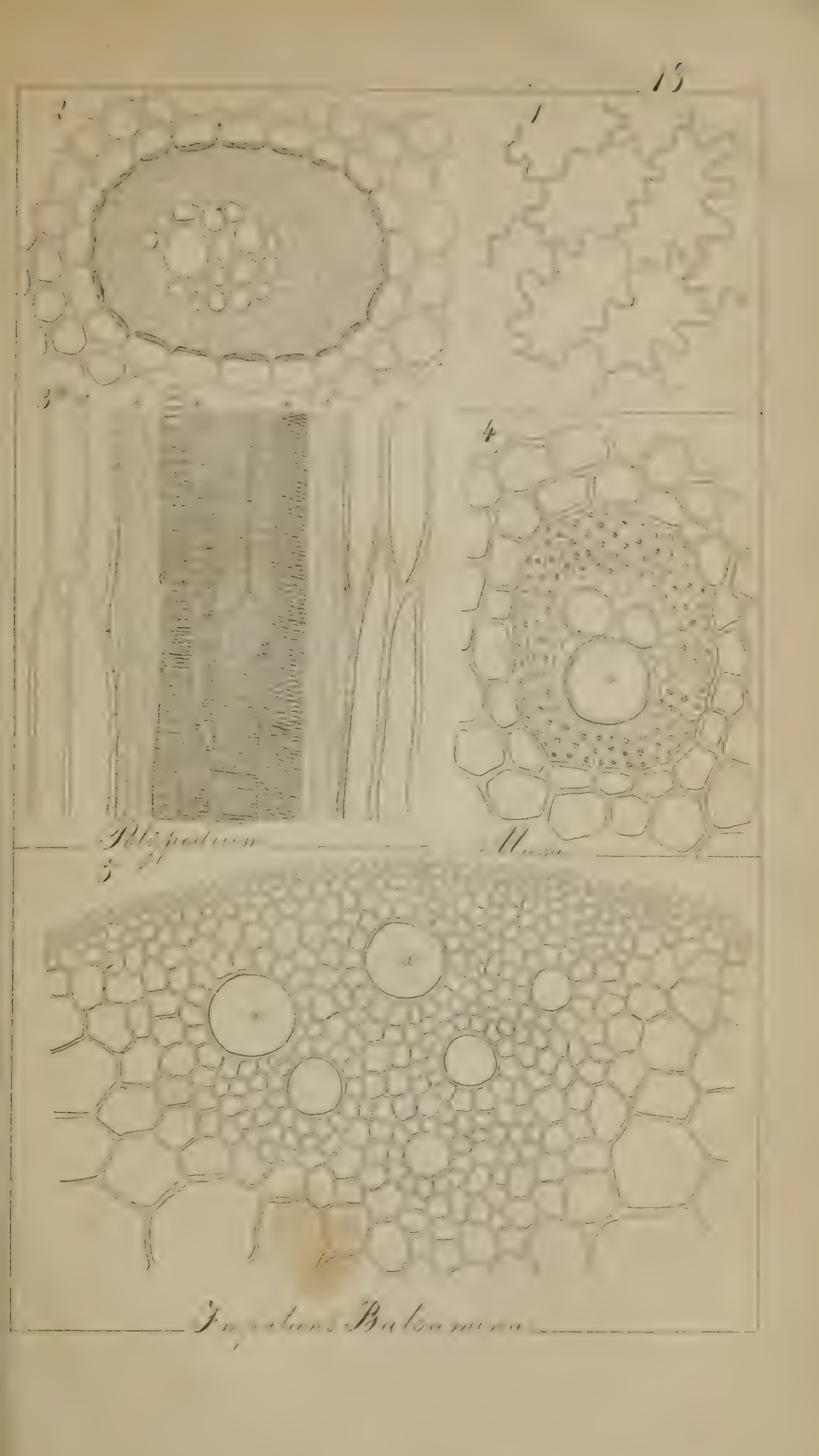

13
1
2
3
Guajacum
Sassaparilla
4
5
6
7
8








17.


13
1
2
3
4
5
Polypodium
Musa
Impatiens Balsamina

Grundzüge

der

philosophischen Botanik.

Grundzüge

der

philosophischen Botanik

von

Dr. F. T. Kützing,
Professor der Naturwissenschaften zu Nordhausen.

Zweiter Band.

Das Pflanzen-Individuum als Organismus.

Mit 20 Tafeln Abbildungen.

Leipzig:
F. A. Brockhaus.
1852.

Vorrede.

Ich übergebe hiermit dem botanischen Publicum den zweiten Band meiner „Grundzüge der philosophischen Botanik". Der Kundige wird auch in diesem Bande, neben dem Gediegenen, was die ältere und neuere Zeit von Andern gebracht hat, überall auf selbständige Arbeiten stossen. Darum bringt auch derselbe neben dem Bekannten viel Neues. So namentlich die schärfere Begründung der mutterlosen Entstehung der niedern Vegetabilien, namentlich bei Algen und Pilzen; — Beobachtungen über die Entwickelung der Moose, über Stengelbildungen bei Kryptogamen und Phanerogamen, über die Blattspur, über Knospen, über die Subflorescenz u. s. w.

Die beigegebenen zahlreichen Abbildungen erläutern zwar Vieles, aber bei Weitem nicht Alles, was im Texte Erwähnung findet. Da nun auch die besten Abbildungen den betreffenden Gegenstand nur mangelhaft darstellen können, so mache ich den Leser wiederholt auf das aufmerksam, was ich schon im ersten Bande §. 62 gesagt habe: dass man die Botanik nicht aus Büchern lernen könne. Ich muss daher an jeden Leser die unerlässliche Forderung stellen, die Gegenstände selbst dabei zu betrachten. Dies wird um so leichter auszuführen sein, als ich vorzugsweise solche Beispiele gewählt habe,

welche überall leicht zu beschaffen sind. Ohne diese Benutzung der lebendigen Beispiele muss dem Leser Vieles unverständlich bleiben.

Die neueste Literatur ist, so weit sie für mich zugänglich war, sorgfältig benutzt worden. Ich habe oft vorgezogen, die zu den verschiedenen Artikeln gehörenden Schriften bloss zu citiren und den Leser auf die Selbstbenutzung derselben zu verweisen, anstatt dieselben einer Beurtheilung in historischen Erörterungen zu unterwerfen. Wenn letztere gründlich sein sollen, so müssen sie ausführlicher behandelt werden, als bisher in den botanischen Büchern geschehen ist. Darum ist auch in den meisten Fällen die Kritik der Arbeiten Anderer sehr einseitig, mangelhaft und ungerecht; nicht selten wird auch der Sinn jener Arbeiten unrichtig wiedergegeben. Eine ausführliche kritische Beleuchtung aller mit den meinigen nicht übereinstimmenden Ansichten hätte aber die Bogenzahl leicht mehr als um das Doppelte vergrössern können, was ich vermeiden wollte. Ob überhaupt viel Gewinn bei manchen Beleuchtungen herauskommt, ist noch die Frage. In vielen Fällen genügt schon, dass man ruhig und ohne viel Aufhebens das Bessere an die Stelle des Mangelhaften setzt. Das letztere fällt dann von selbst der Vergessenheit anheim.

Von vielen Lebenserscheinungen der Pflanzen konnten nur Skizzen gegeben werden. Manche derselben kann sich der selbstthätige Leser leicht weiter ausführen; andere erfordern noch genauere und vielfältigere Untersuchungen, als bis jetzt vorhanden sind.

Wo die jetzige mangelhafte Kenntniss noch keine allgemeine Fassung zuliess, da habe ich vorgezogen specielle Erscheinungen vorzuführen.

Die Algen sind absichtlich ausführlicher bearbeitet worden, als man sie gewöhnlich in ähnlichen Büchern bearbeitet zu sehen gewohnt ist. Dazu haben mich folgende Gründe veranlasst: 1) verlangt man von mir eine gründlichere Bearbeitung dieser Formen, als von einem Andern; 2) wäre eine compendiösere Behandlung dieses Gegenstandes nachtheilig gewesen, indem die Algen sowol für allgemeine, als auch für einfache vegetabilische Formverhältnisse die zahlreichsten und mannigfaltigsten Beispiele darbieten; 3) hielt ich mich für verpflichtet an dieser Stelle die genannte Pflanzengruppe einmal von dem allgemein botanischen Gesichtspunkte aus zu betrachten und die Verknüpfung mit der übrigen Pflanzenwelt eindringlicher nachzuweisen, als es früher von mir geschehen war.

Wie viel übrigens noch zu untersuchen ist, das habe ich bei der Bearbeitung dieses Werkes überall gefühlt. Dieses Gefühl wird und soll der aufmerksame Leser auch an den einzelnen Artikeln wahrnehmen; denn ich halte es für verderblich, dem Leser die unbegründete Meinung einzuflössen, als wäre die Botanik fix und fertig. Nichts ist schädlicher als die Verbreitung einer solchen Meinung, namentlich für die Jugend. Daher kann und soll auch das ganze Werk nur ein solches sein, welches durch die Anordnung und Bearbeitung des botanischen Stoffes über die wissenschaftliche Methode und den neuesten Standpunkt der Botanik aufklärt, so wie zur Erforschung und Selbstbeobachtung der Pflanzen anregt.

Bei dem Gefühle des Mangels gründlicher Untersuchungen, welche der neuen (morphologischen) Anschauungsweise entsprechen, kann ich nicht umhin, grosse Klage über die vorhandenen botanischen Bilderwerke zu führen. Man sieht

es allen mehr oder weniger an, dass sie nach der sehr einseitigen Richtung der systematischen Botanik, wo nur der momentane Werth der Familie, Gattung, Art oder Varietät berücksichtigt ist, angefertigt sind. Sie lassen ausserdem fast noch alles zu wünschen übrig. Daher thun uns iconographische Pflanzenanalysen nach allen möglichen Seiten hin sehr nöthig.

So weit es die fortgesetzte Bearbeitung meiner „Tabulae phycologicae" gestattet, werde ich versuchen — vielleicht im folgenden Jahre — iconographische Beiträge zur morphologischen Pflanzen-Analyse zu liefern.

Nordhausen, am 1. April 1852.

Kützing.

Inhalt des zweiten Bandes.

Seite

Das Pflanzenindividuum als Organismus.

Einleitung. Das Individuum als systematische Grösse ... 1

Viertes Buch. Von den Kryptogamen ... 6

Erstes Capitel. Die Algen ... 6
Der einfache Algenkörper ... 9
Der massige Algenkörper ... 15
Der verfilzte Algenkörper ... 16
Der fadenförmige Algenkörper ... 16
Der einschichtige Algenkörper ... 18
Der mehrschichtige Algenkörper ... 18
Beblätterte Algenstengel ... 23
Fortpflanzung der Algen ... 25

Zweites Capitel. Die Pilze ... 33
Urbildung der Pilze ... 33
Niedere Pilzformen ... 35
Höhere Pilzformen ... 37
Mycophyceen ... 41

Drittes Capitel. Die Flechten ... 42
Heteromerische Flechten ... 43
Homöomerische Flechten ... 46
Rückblick ... 47

Viertes Capitel. Die Lebermoose ... 49
Entwickelung derselben aus Keimzellen ... 49
Riccieen ... 50
Anthoceros ... 51
Marchantieen ... 52
Jungermannieen ... 55

Fünftes Capitel. Die Laubmoose ... 58
Keimung der Sporen ... 58
Blattbildung ... 60
Stengelbildung ... 63
Wurzel ... 64
Appendiculäre Organe ... 65
Gonidien ... 66
Moosblüthe ... 66

Sechstes Capitel. Die Farne ... 73
Keimung der Sporen ... 73
Stammbildung ... 76

Seite

Blattbildung 78
Blume 79
Ophioglosseen 80

Siebentes Capitel. Die Schafthalme 84
Keimung der Sporen 84
Stengel und Blätter 85
Blüthe 89

Achtes Capitel. Die Bärlappe 89
Keimung der Sporen 90
Stengel und Blätter 93
Blumen 95
Isoëtes 95

Neuntes Capitel. Die Wasserfarne 97
Blumentheile 97
Salvinia 101

Fünftes Buch. Von der äussern Gliederung der Phanerogamen 103

Erster Theil. Von dem Grundstock.

Erstes Capitel. Einleitung 103
Allgemeiner Charakter der Phanerogamen 104
Grundtypen (Formations- und Generationsreihen) 107

Zweites Capitel. Von den Blättern 110
Die Entwickelung der Blätter 110
Die Keimblätter 113
Die Schuppenblätter 114
Die Laubblätter 115
Nebenblätter u. s. w. 119
Zusammengesetzte Blätter 122
Blattspreite 124
Die Blattstellung 125

Drittes Capitel. Von dem Stengel 130
Die Blattspur 130
Die verschiedenen Formen der Stengel und Stengelglieder ... 134
Stengel und Stamm 136
Stauchlinge und Schösslinge 137
Knollenstöcke 139
Richtung der Stengel 140

Viertes Capitel. Von der Wurzel 141
Primitivwurzeln 141
Adventivwurzeln 143

Fünftes Capitel. Von den Knospen 145
Entstehung und Bedeutung der Knospen 146
Gliederung und Blattlage der Knospen 147
Gleichartige und ungleichartige Knospen 147
Schlaf- und Treibknospen 147
Adventivknospen 148
Axillarknospen 149
Terminalknospen 151

Seite
Knospen an Blättern ... 152
Gemischte Knospen ... 152
Sechstes Capitel. Von den Sprossformen ... 153
Krautstöcke ... 153
Zwiebelstöcke ... 155
Knollenstöcke ... 155
Palmenstöcke ... 157
Staudenstöcke ... 158
Bäume und Sträucher ... 162
Zweiter Theil. Von dem Blumenstock.
Siebentes Capitel. Von der Gliederung des Blumenstocks im Allgemeinen ... 167
Unterscheidung des Blumenstocks ... 167
Das Wesen der Blüthe ... 168
Uebergangsformen ... 169
Aufführung sämmtlicher Glieder ... 169
Achtes Capitel. Von dem Verhältniss des Blumenstocks zum Grundstock ... 171
Die Stellung des Blumenstocks ... 171
Schmarotzerpflanzen ... 171
Verbindung des Blumenstocks mit dem Grundstock ... 172
Der Gipfelstengel ... 172
Dessen Einfluss auf die Stellung der Blumen ... 173
Neuntes Capitel. Von der Bluste ... 177
Vorblätter ... 177
Blustenstengel ... 179
Blustenstock und seine Formen ... 179
Zehntes Capitel. Von der Blume ... 188
Charakter der Blume ... 188
Blumenhülle ... 188
Kelch und Blumenkrone ... 190
Staubblätter ... 192
Aussenkelch und Staminodien ... 196
Pistillblätter ... 196
Stellung der Blattorgane in der Blume ... 197
Regelmässige und symmetrische Blumen ... 201
Verwachsen der Blattorgane in der Blume ... 202
Blumenboden ... 203
Pistill und Frucht ... 206
Theile des Pistills ... 207
Einfache Frucht ... 215
Mehrfache Frucht ... 218
Gemischte Frucht ... 219
Besondere Fruchtarten ... 224
Elftes Capitel. Von den Knospen des Blumenstocks ... 226
Blustenknospen ... 226
Samenknospen ... 226
Gliederung derselben ... 227

Seite
Besondere Formen der Samenknospen.................... 228
Der Keimsack.................... 229
Die Befruchtung.................... 230
Der Keim.................... 233
Sameneiweiss.................... 234
Lage des Keims und des Sameneiweisses.................... 236
Samenschale.................... 236
Knospenträger, Samenmantel.................... 237

Sechstes Buch. Von der innern Gliederung der Phanerogamen........ 239
Erstes Capitel. Innere Gliederung des Grundstocks.......... 239
Allgemeines.................... 239
Bau der Blätter.................... 242
Bau des Stengels.................... 243
Mark.................... 245
Rinde.................... 245
Holzkörper bei Monocotyledonen.................... 249
Holzkörper bei Dicotyledonen.................... 251
Dicotyledonenstengel.................... 254
Dicotyledonenstamm.................... 256
Bau der Wurzel.................... 258
Zweites Capitel. Innere Gliederung des Blumenstocks........ 259
Allgemeines.................... 259
Bau der Staubblätter.................... 260
Bau des Pistills.................... 263

Anhang zu den drei letzten Büchern.

I. Bewegung des Pflanzensaftes.................... 265
II. Bewegungen der Pflanzenglieder.................... 266
III. Bewegungen freier Pflanzenindividuen.................... 267

Siebentes Buch. Von dem Einfluss der äussern Natur auf die Pflanze.. 268
Die influirenden Mittel und ihre verschiedenartige Wirkung... 268
Der chemische Einfluss des Bodens.................... 269
Die Schmarotzerpflanzen.................... 270
Der mechanische Einfluss des Bodens.................... 273
Der chemische und mechanische Einfluss des Wassers...... 275
Der chemische und mechanische Einfluss der Atmosphäre... 278
Der Einfluss der Wärme.................... 282
Der Einfluss des Lichtes.................... 285
Der Einfluss der Electricität.................... 287

Achtes Buch. Von dem Einfluss der Pflanze auf die umgebende Natur. 289
Wie weit sich derselbe erstreckt.................... 289
Der Einfluss der Vegetation auf die Atmosphäre.................... 289
Der Einfluss derselben auf das Wasser.................... 290
Der Einfluss derselben auf den Erdboden.................... 291
Der Einfluss derselben auf die Thiere.................... 293
Der Einfluss derselben auf die Menschen.................... 303
Anmerkungen und Zusätze.................... 306

Erklärung der Abbildungen.

Taf. 19.

Algen.

Fig. 1. Euastrum oblongum 300mal vergrössert. Vergl. §§. 561. 563.

Fig. 2. Ulva latissima 300mal vergrössert. — a. Flächenansicht mit zwei Sporenzellen. — b. Seitenansicht eines senkrecht geführten Schnittes. Vergl. §.§ 570. 590.

Fig. 3. Ectocarpus verminosus 300mal vergrössert. — a. Der Algenkörper. — b. Ruhende Antheridien. Vergl. §§. 567. 595.

Fig. 4. Derselbe. — a. Algenkörper. §. 567. — b. Spore. §. 590.

Fig. 5. Ruhende Antheridien (a) von Cutleria dichotoma 100mal vergr. Der Zellenfaden, woran der Antheridienkörper sitzt, ist eine secundäre Bildung an dem eigentlichen Algenkörper. §. 595.

Fig. 6. a. Der Sporenfruchtkörper von Fucus vesiculosus in natürlicher Grösse. — b. Ein einzelner Sporenstand durchschnitten und schwach vergrössert. — c. Eine Spore aus demselben mit den umgebenden Nebenfäden 300mal vergrössert. Vergl. §. 590.

Fig. 7. Polysiphonia miniata. Ein kleiner Zweig 300mal vergrössert. — a. Eine Antheridien-Aehre. Vergl. §. 595. — b. Ein ästiger Nebenfaden als appendiculäres Organ des Stiels der Antheridien-Aehre. Andere appendiculäre Organe finden sich in Form von Schleimfäden an der Aehre (a) selbst. — c. Ein oberer Theil des zelligen und gegliederten Algenkörpers.

Fig. 8. Eine „Kapselfrucht" von Lophura subfusca mit Gonidienhaufen (§. 591.), welche am innern Grunde der Kapselhöhle entspringen 100mal vergrössert. An dieser Stelle ist ein sehr lebhafter Zellenvermehrungs-Process, bei welchem fortwährend neue Sporen erzeugt werden. Die jungen verdrängen die ältern, welche zuletzt unten abreissen und zur Kapselöffnung herausgedrückt werden.

Fig. 9. Ein Zweig derselben Alge mit einem Sporenblatte (a. b.) 100mal vergrössert. Vergl. §. 580.

Pilze.

Fig. 10. Botrytis parasitica, welche aus einer Spaltöffnung des Stengels von Capsella bursa hervorwächst. 300mal vergrössert. Vergl. §. 599.

Fig. 11. Botrytis polysperma, die Inflorescenz. 300mal vergrössert. Vergl. §. 599.

Fig. 12. Tubercularia vulgaris auf einem todten Stachelbeerzweige. — a. Natürliche Grösse. — b. Ein Längenschnitt durch die Axe des Pilzes schwach vergrössert. Man unterscheidet einen untern Theil als Träger oder Stiel und einen obern als eine Sporen-erzeugende Schicht (Pilzinflorescenz). — c. Einige mit Sporen besetzte gegliederte Fäden aus der Inflorescenz, 100mal vergrössert. — d. Ein einzelner solcher Faden 300mal vergrössert. Man sieht wie die Sporenzellen aus Seitenzweigen entstehen. Vergl. §. 597.

Fig. 13. Elaphomyces granulatus. — Natürliche Grösse. Die Fasern an der Basis bilden das Unterlager (mycelium, §. 600.), der grosse kugelige Körper stellt die Pilzinflorescenz dar. — b. Das innere Gewebe, wie es sich bei einer 100maligen Vergrösserung eines Durchschnittes zeigt. — c. Theile der innern Fasern, aus deren Zweigenden sich die Sporen entwickeln, 300mal vergrössert. — d. Reife Sporen, welche noch von der schleimigen Substanz der zerflossenen Mutterzellen umgeben sind, 300mal vergr. Vergl. §. 604.

Fig. 14. Clavaria Botrytis. — a. Natürliche Grösse. Die Fasern an der Basis gehören zu dem Unterlager, der grosse in der Spitze sich verästelnde Obertheil bildet die Pilzinflorescenz. In den Zweigen desselben entwickeln sich die Sporen. — b. Ein kleiner Längsschnitt von dem Hymenium 300mal vergrössert. — c. Ein einzelner Sporenträger mit vier Sporen, etwas stärker vergrössert. Vergl. §. 601.

Taf. 20.

Pilze.

Fig. 1. Geoglossum (diffusum?). — a. b. Natürliche Grösse. — c. Sporenschläuche mit Paraphysen 200mal vergrössert. — d. Einzelne Sporen 420mal vergrössert. Vergl. §§. 605. 606. und Anmerkung 15.

Fig. 2. Peziza (lignyota?). — a. Eine Gruppe in natürlicher Grösse. — b. Ein Individuum schwach vergrössert von oben gesehen. — c. Dasselbe von der Seite. — d. Sporenschläuche (mit Paraphysen) in verschiedenen Stadien der Entwickelung 600mal vergrössert. Vergl. §§. 605. 606.

Flechten.

Fig. 3—14. Verschiedene Entwickelungszustände und Structurverhältnisse von Parmelia parietina. Vergl. §. 609.

Fig. 3. Gonidien 300mal vergrössert.

Fig. 4. Ein Gonidienhaufen.

Fig. 5. und 6. Die Anfänge der Thallusbildung.

Fig. 7. Senkrechter Durchschnitt eines solchen Anfangs.

Fig. 8. Die entwickelte Pflanze mit Sporenständen in verschiedenen Stadien. Natürliche Grösse.

Fig. 9. Ein senkrechter Durchschnitt des Thallus 50mal vergrössert.

Fig. 10. Ein Stückchen vom Thallus mit dem jungen Zustande eines Sporenstandes in der Thallussubstanz, 50mal vergrössert.

Fig. 11. Ein senkrechter Durchschnitt eines Sporenstandes. Die Linien der

obern Schicht deuten die Stellung der Paraphysen und Sporenschläuche an.

Fig. 12. Senkrechter Schnitt vom Thallus 300mal vergrössert.

Fig. 13. Die untere Schicht dieses Schnittes 800mal vergrössert.

Fig. 14. a. Sporenschläuche mit Sporen und Nebenfäden. — b. Ein Nebenfaden und ein Sporenschlauch. Der Inhalt des letztern ist nur körnig, bei — c. hat sich derselbe zu acht Sporen entwickelt. — d. und e. Sporenschläuche in jugendlichen Zuständen. — f. Einzelne (Doppel-) Sporen. 300mal vergrössert.

Lebermoose.

Fig. 15. Theil eines Stengels von Lophocolea bidentata 300mal vergrössert. — a. Angewachsener Blatttheil. — b. Ein vierspaltiges Beiblatt, welches aus seiner Basis Wurzelfäden entwickelt, aus der Spitze eines seiner Läppchen aber bilden sich Gonidien c. — Vergl. S. 57. §. 621.

Fig. 16. Keimende Sporen von Marchantia polymorpha 300mal vergrössert. Vergl. §. 616.

Taf. 21.

Lebermoose.

Fig. 1—3. Keimende Sporen einer Riccia 300mal vergrössert. — a. Sporenhaut. — b. Sporenschlauch. — c. Der Keim. — d. Wurzeln.

Fig. 4. Riccia crystallina in natürlicher Grösse.

Fig. 5. Ein senkrechter Schnitt durch den Thallus und den Sporenkörper 200mal vergrössert. Vergl. §. 618.

Fig. 6. Anthoceros laevis in natürlicher Grösse. — a. Der Thallus. — b. Sporenblätter. Vergl. §. 619.

Fig. 7. Antheridien-Körper von demselben. Vergl. §. 619. S. 52.

Fig. 8. 9. Preissia commutata mit jungen Sporenständen in natürlicher Grösse. Vergl. §. 620. S. 51.

Fig. 10. Eine junge Sporenblüthe schwach vergrössert. — a. Kronenhülle. — b. Kelchartige Hülle. — c. Aeussere Hülle. Vergl. S. 52.

Fig. 11. Der noch unreife Sporenkörper, welcher von der Kronenhülle unmittelbar umgeben ist.

Fig. 12. Zellgewebe der Aussenschicht des unreifen Sporenkörpers 100mal vergrössert.

Fig. 13 (rechts). Zellen aus dessen innerer Masse. — a. Die künftigen Elateren. — b. Mutterzellen in verschiedenen Entwickelungsstufen, in welchen sich die Sporen bilden, 100mal vergrössert. Darunter (a) eine Elaterenzelle 350mal vergrössert. Vergl. §. 620.

Fig. 13 (links). Preissia commutata mit reifer Sporenblüthe in natürlicher Grösse. — a. Der Thallus. — b. Der Blüthen- oder Blustenstiel. — c. Die Blüthenscheibe. Vergl. S. 53.

Fig. 14. Eine schwach vergrösserte Blume. — a. Die kelchartige Hülle. — b. Der Stiel des Sporenblatts. — c. Der aufgeplatzte Sporenkörper. Vergl. S. 54.

Fig. 15. Reife Elateren, 300mal vergrössert.

Fig. 16. Reife Spore 300mal vergrössert.
Fig. 17. Zellen aus der Wand des reifen Sporenkörpers 300mal vergrössert. Vergl. S. 54.
Fig. 18. Preissia commutata mit einem Antheridienstande in natürlicher Grösse.
Fig. 19. Senkrechter Durchschnitt der Antheridienscheibe schwach vergrössert. — a. Höhlen worin die Antheridienkörper sitzen.
Fig. 20. a. Ein solcher Antheridienkörper 80mal vergrössert. — b. Antheridienzellen. — c. Bewegliche Spiralfasern.
Fig. 21. Marchantia polymorpha mit „Brutbecherchen" in natürlicher Grösse. Vergl. S. 55.
Fig. 22. Senkrechter Durchschnitt eines „Brutbechers" 300mal vergrössert. — a. Brutknospen (Gonidien) in verschiedenen Stadien der Entwickelung. — b. Unfruchtbare (transitorische?) Nebenzellen, welche im Innern Vacuolen, Zellenkerne und netzförmige Schleimströmchen zeigen. Die ganze Oberfläche dieser Organe ist in eine durchsichtige Schleimmasse gehüllt, welche in der Zeichnung durch zarte Punkte angedeutet ist. In derselben finden sich noch sehr zarte Schleimfäserchen. Vergl. S. 55.
Fig. 23. Eine reife, im Ablösen begriffene vielzellige Brutknospe 100mal vergrössert. Vergl. S. 55.
Fig. 24. Senkrechter Durchschnitt des Thallus 100mal vergrössert. — a. Spaltöffnung in der obern Zellenschicht. — b. Die darunter befindliche Lufthöhle mit den zierlich gegliederten und verästelten grünen Fäden. Vergl. S. 53.
Fig. 25. Einzelne Haare aus dem Wurzelfilz 300mal vergrössert. Vergl. S. 55.

Taf. 22.

Laubmoose.

Fig. 1. 2. Junge aus Sporen gezogene Keime von Hypnum serpens 100mal vergrössert. Vergl. S. 58.
Fig. 3. Ein solcher Keim weiter vorgeschritten. Vergl. S. 59.
Fig. 4. Die Anfänge eines beblätterten Moosstämmchens. (Die herabgehenden ungegliederten Fäden sind Adventivwurzeln, die gegliederten sind dagegen Brutfäden.) Vergl. 59. 60.
Fig. 5. Junge Pflänzchen von Bryum annotinum 100mal vergr. Vergl. S. 60.
Fig. 6. Dicranum longifolium in natürlicher Grösse. — b. Der Blumenstiel. — c. Die Sporenblume (Sporenkapsel). Vergl. S. 63. 64. 66.
Fig. 7. und 8. Die Sporenkapsel schwach vergrössert. Vergl. §. 630. S. 66. 67. — 7. a. Das Mützchen. — b. Das Deckelchen. — c. Die Sporenbüchse. — 8. b. Zähne welche an der Mündung der Sporenbüchse stehen (einfaches Peristom).
Fig. 9. Ein Zahn des äussern Peristoms von Hypnum splendens (stark vergrössert). Vergl. S. 68.
Fig. 10. Theile des innern Peristoms von demselben Moose. Vergl. S. 68.
Fig. 11. a. Junger Zahn einer noch geschlossenen Sporenkapsel von Polytrichum commune 300mal vergrössert. Vergl. S. 70.
Fig. 11. b. Längsschnitt durch einen ältern Zahn und einen Theil der Kapselwand von Polytrichum piliferum 100mal vergrössert.

Fig. 12. Querschnitt durch eine junge Sporenkapsel von Catharinea undulata 300mal vergrössert. Vergl. S. 68. 69.

Fig. 13. Gymnocephalus androgynus mit Gonidien an der Spitze des Stengels. Vergl. §. 628. S. 66. — a. Natürliche Grösse. — b. Das terminale Köpfchen durchschnitten und 100mal vergrössert. — c. einzelne Gonidien 300mal vergrössert.

Fig. 14. a. Antheridienkörper von Polytrichum commune. — b. Die aus der obern Oeffnung hervorgetretene Antheridienmasse 100mal vergrössert. — c. d. e. Antheridienzellen 400mal vergrössert. — f. Ein einzelner Spiralfaden. Vergl. §. 633. — g. Ein Nebenfaden.

Taf. 23.

Farne.

Fig. 1. und 2. Junge Keime von Polypodium Filix mas 200mal vergrössert. — d. Antheridien. Vergl. §. 635. S. 73. 74.

Fig. 3. Ein Antheridium von Pteris serrulata mit schwärmenden Spiralfäden 400mal vergrössert. Vergleiche S. 74.

Fig. 4. Knospen (Keimorgan) an dem Primärstengel (Vorkeim) von Struthiopteris germanica 100mal vergrössert. Vergl. S. 74.

Fig. 5. Theil eines Längsschnitts durch das Polster des Primärstengels von Aspidium violaceum nach *Schacht*. In der Knospe hat sich der Keim des künftigen Blumenstengels entwickelt; in der Gegend von a. ist die Basis desselben; bei b. die Stelle wo das Würzelchen auswächst; die hervorgebrochene nach links gekrümmte Spitze ist das erste Blatt; bei d. ist der Kanal der Knospe, in dessen Grunde sich der Keim entwickelt hat. Vergl. S. 75.

Fig. 6. Der Primärstengel (Vorkeim) von Struthiopteris germanica in natürlicher Grösse. Vergl. S. 75.

Fig. 6[I]. Keimpflänzchen derselben Art. — a. Primärstengel. — b. das jüngste, — c. das älteste Vorblatt des Blumenstengels. Vergl. S. 75. 76.

Fig. 7. und 8. Keimpflänzchen von Polypodium calcareum mit Primärstengel und dem ersten Vorblatt des Blumenstengels in natürlicher Grösse. Vergl. S. 75.

Fig. 9. Ein solches Keimpflänzchen vergrössert. Man sieht an der Verbindungsstelle zwischen Primärstengel, Wurzel- und Stengelglied des secundären Keims eine kleine Knospe, aus welcher das zweite Stengelglied hervorgeht. Vergl. S. 75. 76.

Fig. 10. Die Spitze des ersten jungen Vorblatts in einer andern Lage betrachtet, um die beiden Läppchen zu zeigen. Vergl. S. 75.

Fig. 11. Keimpflänzchen derselben Art mit Primärstengel (a.) und zwei Vorblättern (b. c.).

Fig. 12. Keimpflänzchen mit drei Vorblättern, bei welchem der Primärstengel schon abgestorben ist.

Fig. 12[I]. Keimpflänzchen, bei welchem ausser dem Primärstengel auch die zwei ersten Glieder des Blumenstengels abgestorben sind. — Die drei letzten Figuren in natürlicher Grösse. Vergl. S. 75.

Fig. 13. Asplenium Ruta muraria (vollständig entwickelt) in natürlicher Grösse mit vier Blättern; das erste links ist das älteste; es ist ein

steriles Vorblatt; das zweite ist ein Blumenblatt, das auf seiner Rückfläche längliche Häufchen von Sporenblättern trägt; das dritte (b.) und vierte (a.) sind an der Spitze noch eingerollt. Vergl. S. 76. 79.

Fig. 14. Die Blume derselben Art 40mal vergrössert. — a. Schleierchen. — b. Sporenblätter. — c. Sporen. Vergl. §. 639.

Taf. 24.

Schafthalme.

Fig. 1. Equisetum palustre in natürlicher Grösse. — a. Blumenähre. — b. junger Zweig. Vergl. §. 645.

Fig. 2. Eine Blumenähre der Länge nach durchschnitten. Vergl. §. 646.

Fig. 3. Ein Sporenblatt schwach vergrössert. — a. Die schildförmige Lamina (Seitenansicht). — b. Sporenfächer. — c. Stiel. Vergl. §. 646.

Fig. 4. Querschnitt eines Sporenfachs. — a. Zellgewebe, welches nach der Blattaxe zu liegt. — b. Zellgewebe, welches die äussere Wand des Sporenfachs bildet. — c. Gruppen von Sporenmutterzellen. 100mal vergrössert. Vergl. §. 646.

Fig. 5. Partie des Sporenfachs, welches in der Entwickelung weiter fortgeschritten ist. — a. Wand des Sporensacks. — b. Sporen. — 100mal vergrössert.

Fig. 6. Dieselben Sporen stärker vergrössert.

Fig. 7. und 7[I]. Reife Spore 450mal vergrössert und in verschiedener Lage.

Fig. 8. Dieselbe mit aufgerollten Spiralbändern. Vergl. §. 646.

Bärlappe.

Fig. 9. Lycopodium annotinum in natürlicher Grösse. — a. Vorjähriger Trieb. — b. Spitze desselben (§. 677.). — c. und d. Diesjähriger Terminaltrieb mit der Blüthenähre.

Fig. 10. a. Eine Sporenkapsel. — b. Deckblatt zu derselben. Beide schwach vergrössert. — c. bis f. Microsporen 400mal vergrössert. Vergl. §§. 647. 649.

Wasserfarne.

Fig. 11. Salvinia natans in natürlicher Grösse. — a. Die Hüllblätter der Blumenähre, welche bisher für Wurzeln angesehen wurden. Vergl. §. 656.

Fig. 12. Eine zweiblüthige Aehre. Die grössere Kugel enthält Samenknospen, die kleinere obere Staubblätter.

Fig. 13. Eine Blume mit Samenknospen schwach vergrössert. Vergl. §. 653.

Fig. 14. Dieselbe in der Mitte der Länge nach durchschnitten. 20mal vergrössert. — a. Die äussere Wand. — b. Die innere Wand einer blasigen Rippe der Blumenhülle. — c. Der allgemeine centrale Knospenträger. — d. Die Knospen. Vergl. §. 653.

Fig. 15. Der Keimsack 100mal vergrössert. — a. Die Höhle. — b. Die Wand derselben. — e. Eine kleine Zellenpartie 300mal vergrössert. —

f. Die Spitze des Keimsacks (Knospenkern, Keimwulst). — g. Querschnitt des Keimsacks.

Fig. 16. Eine Antherenblume 20mal vergrössert. — a. und b. wie bei 14. — c. Der allgemeine Träger der Staubblätter. — d. Staubblätter. — e. Dieselben 100mal vergrössert. — f. g. h. Dieselben weiter entwickelt. — i) Durchschnitt eines reifen Staubblattes. Vergl. §. 653.

Fig. 17. Querschnitt vom Stengel 100mal vergrössert. Vergl. §. 657.

Taf. 25.

Keimpflänzchen von Phanerogamen.

a) Monocotyledonen. Vergl. §. 675.

Fig. 1. Von einem Allium. Natürliche Grösse. — a. Das erste Laubblatt, — b. das zweite. — c. Adventivwurzeln. Vergl. §. 688.

Fig. 2. Von Panicum italicum in natürlicher Grösse. — a. a. Reste vom Eiweisskörper und dem Schildchen.

Fig. 3. Ein Keimpflänzchen desselben Grases vergrössert. — a. Wurzelscheide, aus welcher die Adventivwurzel hervorgebrochen ist. — b. Reste von dem „Schildchen" und dem „Knospenhüllchen" (coleoptile). — c. Erstes Laubblatt. — d. Zweites Laubblatt. — e. Reste vom Eiweisskörper. Vergl. §. 809 fg. — §. 675. — Anmerkung 37.

Fig. 4. Ein Keimpflänzchen von Poa annua. Vergl. §. 675.

b) Dicotyledonen. Vergl. §. 675.

Fig. 5. Keimpflänzchen von Chelidonium majus. — a. Cotyledonen. — b. Erstes, — c. zweites Laubblatt.

Fig. 6. Keimpflänzchen von Tropaeolum majus. — a. a. Cotyledonen; man sieht an der Basis ihrer Stiele die Nebenblättchen (stipulae). — b. Erstes, — c. zweites Laubblatt.

Fig. 7. Keimpflänzchen von Achillea Millefolium. — a. a. Cotyledonen. — b. c. d. Laubblätter, wie sie auf einander folgen.

Fig. 8. Keimpflänzchen von Geranium dissectum. — a. Cotyledonen.

Fig. 9. Keimpflänzchen von Chenopodium album. — a. Cotyledonen.

Fig. 10. Keimpflänzchen von Aethusa Cynapium. — a. Cotyledonen.

Taf. 26.

Fig. 1. Junge Pflanze von Raphanus sativus var. (Radieschen). Vergl. §§. 675. 710.

Fig. 2. Junge Pflanze einer Wicke (Vicia sativa). — a. Cotyledonen. — b. c. Die ersten Blätter, welche nur den Werth der Stipeln haben. Bei d. kommt das erste Paar der Fiederblättchen hinzu u. s. w.

Fig. 3. Ein Theil derselben Pflanze in der Blüthe. — a. Nebenblatt. — b. Die Blume. — c. Das Mutterblatt (Tragblatt). — d. Ranken. Vergl. §§. 708. 756. 786.

Durchschnitte von Blattknospen. Vergl. §. 721.

Fig. 4. Blattlage von Philadelphus.

Fig. 5. Blattlage von Clematis integrifolia.

Fig. 6. Blattlage von Buxus sempervirens.
Fig. 7. Blattlage bei Linum und Dianthus.
Fig. 8. Blattlage in einer Rosenknospe.
Fig. 9. Blattlage bei Lysimachia vulgaris.
Fig. 10—17. Blätter wie sie der Form nach in einer aufgebrochenen Knospe von Prunus Cerasus auf einander folgen, vom einfachsten ungestielten Schuppenblatt (10.) bis zum entwickelten Laubblatt (17.). Vergl. §. 676—683.
Fig. 18. Pistillblatt (Narbe) von Iris sambucina. Vergl. §. 788.

Taf. 27.

Fig. 1. Keimpflänzchen von Alsine media vergrössert. Es sind erst die Keimblätter (b. b.) entwickelt. Die Terminalknospe ist noch am Grunde dieser Blätter verborgen (a.). Die zwei Linien, welche aus je einem Keimblatte herabsteigen, entsprechen zwei Spiralzellen. Im Stengel abwärts vereinigen sich diese vier Zellen zu einem centralen Bündel. Weiter abwärts aber endigt links und rechts je eine Spiralzelle so dass im Ganzen nur noch die zwei innern zum Würzelchen (c.) hinabsteigen. Vergl. §§. 710. 817. 831.
Fig. 2. Die oben erwähnte Terminalknospe herauspräparirt und vergrössert. Vergl. §. 674.
Fig. 3. Ein junges Blatt derselben Pflanze vergrössert dargestellt in Bezug auf das Vereinigen und Abgehen der Gefässbündel. Vergl. Anmerkung 64.
Fig. 4. Das Gefässbündel mit dem benachbarten Gewebe aus derjenigen Gegend des Stengels dargestellt, wo die Seitengefässe an den mittlern verschwinden, 100mal vergrössert.
Fig. 5. Buxus sempervirens. — a. a. Die den Laubblättern an jedem Zweige voraufgehenden stehenbleibenden Schuppenblatter. Vergl. §. 676.
Fig. 6. Querschnitt des Stengels derselben Pflanze dicht unter der Blattbasis. Der Holzring ist nach zwei Seiten hin geöffnet. Die zu der Oeffnung gehörenden Holzbündel gehen zu den Blättern. Vergl. §§. 695. 826.
Fig. 7. Längsschnitt durch den Gipfel von Hippuris vulgaris 40mal vergrössert. — a. Die Stengelspitze, wo die hervorragenden zelligen Wärzchen als Blattanfänge zu betrachten sind. Vergl. §. 674.
Fig. 8. Juncus effusus. Vergl. §. 673.

Taf. 28.

Fig. 1. Die Basis des Stengels von Saxifraga granulata. — a. Zwiebelartige Knospen. Vergl. §§. 728. 734. 737.
Fig. 2. Ein Theil vom Blüthenstengel derselben Pflanze. — a. Vorblatt. Vergl. §. 761.
Fig. 3. Junge Pflanze von Sedum Telephium. — a. Stengeltheil, dessen kleine Schuppenblätter abgefallen sind. — b. c. d. Laubblätter. — e. Knollige Wurzeln. Vergl. §. 710.
Fig. 4. Blühender Zweig von Asparagus officinalis. — a_I. Blustenstengel. — a_{II}. Blumenstiel. — b. Vorletzter Zweig. — c. Fadenförmige blatt-

lose Endzweige, welche man früher für Blätter erklärte. — d. Schuppen- und Vorblatt. Vergl. §§. 750. 762. 768.

Fig. 5. Rhizom von derselben Pflanze. Vergl. §§. 714. 737.

Fig. 6. Ein junger Frühlingsspross derselben Pflanze. Vergl. §§. 676. 695. 737.

Fig. 7. Lemna minor vergrössert. — a. b. c. Drei Stengelglieder und Blätter vergrössert. — d. e. Adventivwurzeln. Vergl. §§. 679. 700. 708. 716.

Fig. 8. Durchschnitt eines Blustenstengels von Convallaria majalis vergrössert. Vergl. §. 825.

Taf. 29.

Fig. 1—4. Solanum tuberosum.

1. Stengel. Ueber a. erblickt man nach rechts und links Blattspuren des oberirdischen Stengels. Abwärts davon ist der unterirdische Stengel. — b. c. Zweige, welche an ihren Spitzen zu Knollen anschwellen und kleine Schuppenblätter haben. — d. Adventivwurzeln. Vergl. §§. 676. 707. 735.

Fig. 2. Ein Blatt, welches ausser den grössern Fiederblättern noch kleine Zwischenblättchen besitzt. Vergl. §. 686.

Fig. 3. Die Basis eines Blattes vom Rücken gezeichnet, um zu zeigen, wie es sich allmälig in die Blattspur verliert. Vergl. §. 695.

Fig. 4. Theil eines oberirdischen Stengels, an welchem die wellenförmigen Spuren (a.) verschiedener Blätter zu sehen sind. Vergl. §. 695.

Fig. 5. Cuscuta europaea. — a. Schuppenblätter. — b. Warzenförmige Saugwurzeln. — c. Blumen-Aggregat. Vergl. §. 708.

Fig. 6. Theil eines Stengels von Aristolochia Sipho mit Winterschlafknospen. (Vergl. §§. 723. 724. 727.) — a. Das Blattkissen des abgefallenen Blattes aus dem letzten Sommer; es zieht sich in die Blattspur hinab und oben schliesst es eine Brutscheibe ein, auf der die Knospen in einer Reihe stehen. — b. Die grösste Knospe, aus welcher sich ein Laubspross entwickelt. — c. Die zweite, aus welcher sich ein zweiter, kleinerer, häufig absterbender Laubspross entwickelt. — d. Eine dritte Knospe, die aber nur als Schuppenspross existirt und dann verkümmert. — e. Knospe, welche einen Blumenspross entwickelt.

Fig. 7. Stengeltheil derselben Pflanze. Die Knospen sind aber aufgebrochen. Die Buchstaben bedeuten dasselbe, wie in Fig. 6.

Fig. 8. Ein in der Entwickelung begriffener Laubspross derselben Pflanze. Die zu demselben Stengelgliede gehörenden Elemente sind mit denselben Zahlen bezeichnet und die Figur zeigt, dass die gemeinsame Axe gleichzeitiger Elemente (1, 1′ und 1″; 2, 2′, 2″) durch Geradstreckung sich auszeichnet. Vergl. §. 693.

Fig. 9. Robinia Pseud-Acacia. — Ein einfach gefiedertes Blatt, dessen oberer Theil abgeschnitten ist. — b. Stechende Nebenblätter. — c. Blattspur. — d. Blattspur der folgenden Stengelglieder. Vergl. §§. 683. 686.

Fig. 10. Knollenstamm von Ranunculus bulbosus, welcher eine Terminalknospe treibt. Vergl. §§. 707. 735. und Druckfehler-Verzeichniss.

Taf. 30.

(Structur des Holzkörpers im Stengel. Vergl. §. 826.)

Fig. 1. Wurzel und unterer Stengel von Papaver somniferum von der Rinde befreit. Vergl. §. 831.

Fig. 2. Stengeltheil von Sonchus oleraceus, welcher durch Frost und Fäulniss im Wasser seine Rinde verloren hat. — a. Die Stelle wo ein Blatt gesessen hat. Schwach vergrössert. Vergl. §. 831.

Fig. 3. Geflecht der äussern Holzlage eines Stengels derselben Pflanze aus der nächsten Umgebung des Blattes. — a. Die Oeffnung, durch welche das Hauptgefässbündel des Blattes zur innern Holzlage getreten, vergrössert. Vergl. §. 822.

Fig. 4. Holzgeflecht aus dem Stengel von Tropaeolum majus, wie Fig. 2. präparirt. — a. Stellen, wo Blätter gesessen haben. Natürliche Grösse. Vergl. §. 822.

Fig. 5. Geflecht der äussern Holzschicht eines Stengels von Dahlia pinnata. — a. Die Stelle, wo ein Blatt gesessen hat. Natürliche Grösse.

Fig. 6. Vorsprünge des innern Holzkörpers (an der Markseite) und deren Verbindungen an der Grenze von zwei Stengelgliedern. Vergl. §. 826.

Fig. 7. Vergrösserter Querschnitt eines Stengels von Lamium purpureum dicht unter der Blattbasis. — b. Das Mark, welches von Holzbündeln umgeben ist. Die eigentlichen Gefässbündel sind durch Querstreifen bezeichnet. Man bemerkt, dass dieselben vielfach aus einander gezogen sind.

Fig. 8. Ein Blatt derselben Pflanze. Vergl. §. 822. Man sieht wie bei a. die Gefässbündel auseinander gehen um weiter abwärts sich wieder in zwei Strängen zu vereinigen. In dieser untern Region zeigt jedes Stengelglied

Fig. 9. a. vier eckige Vorsprünge nach aussen, welche zur Rinde gehören (Vergl. §. 824.) und — b. vier Vorsprünge nach innen zum Markkörper, welche zum Holzkörper gehören und aus Gefässbündeln mit Markstrahlen bestehen.

Taf. 31.

Querschnitte verschiedener Stengel und einjähriger Stämme. Sämmtlich vergrössert.

a) Monocotyledonen.

Fig. 1. 2. 3. Durchschnitte eines Grashalmes am Knoten und zwar 1. aus der untersten Region, wo der äussere Holzring noch dem voraufgehenden Stengelgliede angehört, nach innen zu aber solche Vorsprünge sich zeigen, welche sich in 2. ziemlich vollständig abgetrennt haben, einen zweiten innern, aber von Lücken unterbrochenen Holzring bilden, welche weiter aufwärts, in 3. (b. a.) sich schliesst. Hier trennt aber der äussere Ring (a. b.) sich wieder in einzelne Gefässbündel, welche zuletzt in die Blattscheide und ins Blatt gehen. Vergl. §. 825.

Fig. 4. Querschnitt eines Tannenzweigs aus der ersten Vegetationsperiode 40mal vergrössert. Vergl. §. 826. — a. Blattspuren, welche aus sehr lockerm und grosse Luftlücken enthaltenden Zellgewebe bestehen. — b. Blattspuren aus den seitlichen Faserbündeln der Blätter gebildet. — c. Die innere Rinde, durch welche das centrale Gefässbündel jedes Blattes (wovon eins mit f. bezeichnet ist) zum Holzring — d. geht. Mit diesem Holzring vereinigt sich eins der vier Gefässbündel an der oben gezeichneten Seite. — e. Markgewebe.

Fig. 5. Bau des Stengels von Chenopodium. Vergl. §. 826. — a. Aeusserer Ansatz, welcher zur Blattspur gehört. Vergl. §. 824. — b. Abtheilungen des Holzkörpers, welche nach innen fünf Vorsprünge bilden. — Zwischen a. und b. ist eine Bastschicht. Vergl. §. 826.

Fig. 6. Durchschnitt eines Zweigs von Cornus sanguinea aus der ersten Vegetationsperiode. — 6. a. Dicht unter der Blattbasis. — b. Rinde. — c. Gefässbündel, welche durch Bastfasern — d. vereinigt sind. — e. Mark. — f. Zur Blattspur gehörig. — 6. b. Tiefer abwärts. — a. Rinde. — b. Abtheilungen des Holzkörpers (fünf grössere und fünf kleinere), welche unmittelbar an einander schliessen. — c. Markgewebe. Vergl. §. 826.

Fig. 7. Durchschnitt des unterirdischen Stauchlings von Lychnis Viscaria. — a. Rinde. — b. d. Innere Rinde und Mark. — c. Holzring, welcher durch dazwischen getretenes Parenchym in vier Theile gespalten ist. Vergl. §. 826.

Fig. 8. Querschnitt des Stengels von Clematis Viticella. — a. Rinde. — b. Gefässbündel.

Fig. 9. Querschnitt des Stengels von Geranium dissectum. Die acht Holzbündel b. stehen ziemlich weitläufig. — a. Rinde. — c. Mark. Vergl. §§. 822. 825. 826.

Fig. 10. Querschnitt des Stengels von Lathyrus odoratus. — a. Aeussere Rindenschicht. — b. Hohle Zwischenräume. — c. Faserzellenbündel, welche die Ecken bilden. — d. Innere Rinde. — e. Holzbündel. — f. Mark. Vergl. 826.

Taf. 32.

Fig. 1. Einzelblume von Euphorbia Peplus vergrössert. — a. Vorblatt. — b. Blumenstiel. — c. Staubblatt. Vergl. §§. 761. 771. 780. 784.

Fig. 2. Oberer Theil eines Zweigs von Fraxinus excelsior. — a. Knospe eines Laubsprosses. — b. c. Blumenrispen mit Knospenschuppen (b.) und Vorblättern (c.).

Fig. 3. Schuppenblatt einer Blüthenknospe.

Fig. 4. Ein Vorblatt (a.) mit zwei Blumen, wovon die eine (b. c.) nur aus einem Pistill (c.), die andere (b. c. d.) aus zwei Staubblättern (d.) und einem Pistill (c.) besteht, dessen Griffel sich oben in zwei Narben spaltet. — b. b. sind Blumenstiele. Die Figuren sind etwas vergrössert. Vergl. §§. 770. 771.

Fig. 5. Junger Zweig von Quercus Robur. Vergl. §§. 755. 765. — a. Blumenkätzchen mit Pollenblumen. — b. Blumenkätzchen mit Pistillblumen. — c. Laubblätter. — d. Eingelenkte und hinfällige Nebenblätter. Vergl. §§. 683—685.

Fig. 6. Ein Kätzchen mit Pistillblumen schwach vergrössert. — a. Vorblatt. — b. Narbe des Pistills. Vergl. §. 761.

Fig. 7. Eine vergrösserte Pollenblume vom Kätzchen. — a. der Fig. 5.

Fig. 8. Blumenknospe von Paeonia officinalis. — a. Blumenstiel. — b. und c. Laubartige Kelchblätter. — d. Innere eigentliche Kelchblätter. Vergl. §§. 752. 772.

Fig. 9. Blume u. s. w. von Agrimonia Eupatorium. — a. Gipfelblatt als Mutterblatt. Vergl. §. 756. — b. Vorblatt des eigentlichen (gestauchten Blumenstengels. — c. Kelch mit steifen Haaren und Haken besetzt. — d. Blumenblätter.

Taf. 33.

Fig. 1. Blumenkorb von Cirsium oleraceum senkrecht durchschnitten. Vergl. §§. 761—765. 772. — a. Scheibenförmiger Blustenstengel. — b. Vorblätter (§. 761.). — c. Gemischte Frucht (unterständiger Fruchtknoten). — d. Haarkelch (§. 773.). — e. Blumenkrone. — f. Staubbeutelröhre (§. 777.). — g. Griffel und Narbe.

Fig. 2. Längsschnitt einer Rose. Vergl. §§. 784. 785. 792. 801. — a. Blumenstiel. — b. Hohlstengel, aus den herabsteigenden Elementen — c. der Kelchblätter, — d. Blumenblätter und — e. Staubblätter gebildet. — f. Eine Anzahl Pistille, welche der Hohlstengel auf seinem Grunde trägt.

Fig. 3. Längsschnitt einer Blume von Campanula rapunculoides. Vergl. §§. 784. 788. 799, — a. Blumenstiel. — b. Hohlstengel, welcher aus den Elementen — c. des Kelchs, — d. der Blumenkrone und — e. der Staubblattkrone besteht. — f. Gewebe, welches — g. den centralen Knospenstengel und — h. den Griffel u. s. w. mit den vorigen Stengelgliedern verbindet.

Fig. 4. Längsschnitt einer Blume von Rubus. Vergl. §§. 784. 785. — a. Blumenstiel. — b. Flacher, wenig vertiefter Scheibenstengel, welcher aus den Elementen — c. des Kelchs (der abgefallenen Blumenkrone), — d. der Staubblattkrone besteht, und aus dessen Mitte sich — e. ein kegelförmiger vielgliederiger Pistillstengel erhebt.

Fig. 5. Längsschnitt einer verblühten Blume in der Fruchtreife von Rubus. Vergl. §§. 792. 793. — Die Buchstaben bezeichnen dieselben Organe wie in voriger Figur. — f. Verwelkte und trockene Griffel.

Fig. 6. Längsschnitt einer Blume von Ranunculus coronatus. Vergl. §§. 784. 794. 798. — a. Blumenstiel. — b. Kelchblätter. — c. Blumenblätter. — d. Staubblätter. — e. Kegelförmiger Blumenstengel, welcher aus den Stengelgliedern der vorgenannten Blätter und — f. der Pistille, besteht.

Fig. 7. Längsschnitt durch eine Blume von Solanum nigrum vergrössert. Vergl. §§. 784. 788. — a. Blumenstiel. — b. Kelch. — c. Blumenkrone. — d. Staubkrone, welche sich beide unterwärts zu einem Hohlstengel (cd.) vereinigen. — e. Samenknospenstengel des Pistills, dessen eingelenkter Griffel von der Spitze der Fruchtknotenhülle abgenommen ist.

Fig. 8. Ein vergrösserter Theil derselben Blume. Vergl. §. 777. — a. Blu-

menkrone. — b. Staubfäden. — c. Fünf mit den Rändern an einander gefügte, aber nicht verwachsene Staubbeutel, welche an der Spitze sich öffnen und eine Röhre bilden, aus deren Oeffnung (d.) der Griffel hervorragt.

Fig. 9. Vergrösserter Durchschnitt eines der vorgenannten Staubbeutel aus einer frühern Periode, wo derselbe vierfächerig erscheint. — a. e. b. Das Connectiv. — i. Ein Gefässbündel im Connectiv. — f. f. Scheidewände. — c. d. Seitliche Längsfurchen. — g. Pollenfach. — h. Seitenwand.

Fig. 10. Vergrösserter Durchschnitt eines ältern Staubbeutels derselben Pflanze, bei welchem die Scheidewände aufgezehrt sind. Die Buchstaben bezeichnen dieselben Theile, wie in der vorigen Figur, nur muss an der linken Seite, statt des a, ein c. stehen.

Taf. 34.

Fig. 1—3. Blume von Orchis mascula. Vergl. §. 785. S. 205. §. 833. S. 262.

1. a. Vorblatt. — b. Unterständiger Fruchtknoten. Er trägt oben drei äussere Kelchblätter, welche zwei innere (mit der Spitze gegen einander gekrümmte) Kronenblätter einschliessen; ein drittes Kronenblatt (d.) ist nach unten geschlagen und wird Lippe (labellum) genannt; an seiner Basis verlängert es sich in einen Sporn (c.). Zwischen den zwei obern Kronenblättern befindet sich ein Staubblatt mit zwei Fächern, welche je einen verkehrt eiförmigen Pollenkörper (pollinarium, f.) enthalten, der sich nach unten in einen elastischen Stiel (caudicula) verdünnt. Beide Stiele ruhen unten auf einer Zellgewebsmasse, deren äussere Schicht die sogenannte Antherentasche (bursicula, g.) bildet, während die innern Zellen in eine klebrige Masse zerfliessen, welche die beiden Stiele zusammenhält und Halter (retinaculum) genannt wird. Eine kleine, von der bursicula nach oben, zwischen beiden Antherenfächern befindliche Verlängerung wird Schnäbelchen (rostellum) genannt. Die Anthere sitzt auf der Narbe (e.).

Fig. 2. Zwei zweilappige Pollenkörper, mit ihren Stielen, welche an der Basis durch das retinaculum vereinigt werden. 25mal vergrössert.

Fig. 3. Verschiedene Pollengruppen. 300mal vergrössert. Vergl. §. 833.

Fig. 4. Längsdurchschnitt einer Blumenknospe von Heliotropium peruvianum vergrössert. Vergl. §§. 792. 793. — a. Stengeltheil. — b. Kelch. — c. Blumenkrone und Staubkrone. — d. Samenknospen. — e. Griffel. — f. Narbe.

Fig. 5. Pistill einer aufgeblühten Blume derselben Art. Die Buchstaben haben dieselbe Bedeutung, wie in Fig. 4.

Fig. 6. Blumenblatt und Staubblatt von Silene nutans. — a. Der Stiel oder Nagel. — c. Spreite. — b. Ligularbildung. — d. Staubblatt. Vergl. §. 772.

Fig. 7. Dieselben noch einmal in anderer Stellung.

Fig. 8. und 9. Regelmässige Blumen von Heracleum Sphondylium, aus der Mitte der Dolde. Vergl. §. 773. — a. Blumenblätter. — b. Staubblätter.

Fig. 10. Symmetrische Blume von derselben Pflanze vom Rande der Dolde. — a. Griffel. Vergl. §. 773.

Fig. 11. Schmetterlingsblume von Vicia sativa. Vergl. §. 773. — a. Deckblatt. — b. Kelch. §. 783. — c. Das grösste und unpaare Blumenblatt, die „Fahne" (vexillum). — d. Ein Paar seitliche Blumenblätter, die „Flügel" (alae). — e. Ein Paar an der Spitze verwachsene Blumenblätter, welche den „Kiel" oder das „Schiffchen" (carina) bilden.

Fig. 12. Zwei verschiedene Ansichten vom Schiffchen dieser Blume.

Fig. 13. a. b. die Flügel derselben getrennt. — c. Die Fahne allein.

Fig. 14. Die Frucht (Hülse, b. c.) von Vicia sativa. Man sieht unten noch den stehen gebliebenen Kelch. Vergl. §§. 788. 796.

Fig. 15. und 16. Viburnum Opulus. Vergl. §. 750.

Fig. 15. a. b. unfruchtbare Blumen mit Staminodien (§. 778.) statt der Staubfäden. — c. Statt der Staminodien sind hier Blumenblätter vorhanden.

Fig. 16. a. b. Fruchtbare Blumen aus der Mitte der Inflorescenz.

Taf. 35.

Fig. 1—3. Blume von Salvia Horminum.

1. Blumenkrone. — a. Blumenröhre. — c. Oberlippe.

2. Kelch und Blumenkrone. Vergl. §§. 773. 788.

3. Staubblatt. Vergl. §. 777.

Fig. 4. Staubblatt von Allium vineale. Vergl. §. 777.

Fig. 5. Staubblätter von Polygala amara vergrössert. Vergl. §. 783.

Fig. 6. Blumenkrone und Staubblätterkrone von Lysimachia vulgaris. Vergl. §. 783.

Fig. 7. Einige Bündel Staubblätter von Hypericum perforatum. Vergl. §. 783.

Fig. 8. Unten verwachsene (a.), oben freie Staubblätter (b.) von Vicia sativa, welche das Pistill umgeben, von welchem nur die Narbe (c.) und Griffel (d.) hervorragen. Vergrössert. Vergl. §. 783.

Fig. 9. Staubblätter von Cirsium oleraceum vergrössert. — a. b. Staubbeutelröhre. — c. Staubfäden. Vergl. §. 783.

Fig. 10—15. Pollenblüthe von Picea vulgaris vor dem Aufblühen. Vergl. §. 776.

Fig. 10. a. Schuppenblätter des Antherenkätzchens. — b. Staubblätter. Natürliche Grösse.

Fig. 11. a. Axe des Antherenkätzchens. — b. Zwei Antheren. Schwach vergrössert.

Fig. 12. Ein Staubblatt stärker vergrössert. — a. c. Connectiv. — b. Pollensäckchen. — d. Schildförmige Lamina.

Fig. 13. Querschnitt einer Anthere. — a. a. Pollenfächer. — b. Gefässbündel im Connectiv.

Fig. 14. und 15. Zwei Pollenkörner 300mal vergrössert.

Fig. 16. Staubblatt von Tulipa Gesneriana. — a. Staubfaden. — b. Anthere. Vergl. §§. 775. 777.

Fig. 17. Durchschnitt der genannten Anthere vergrössert. — a. Pollenfächer. — b. Connectiv. — c. Wände der Pollensäcke. Vergl. §. 777.

Fig. 18. und 19. Staubblätter von Zamia. Vergl. §. 776.

Fig. 20. und 21. Pollenzellen von Sonchus oleraceus stark vergrössert. Vergl. §. 833.

Fig. 22. Staubfaden von Laurus nobilis. — a. Junge Anthere. — b. Geöffnete Anthere. Schwach vergrössert. Vergl. §. 777.

Taf. 36.

Fig. 1. Keim von Orchis mascula vergrössert. Vergl. §. 809.

Fig. 2—6. Samenknospen von Capsella bursa vergrössert. Vergl. §. 805. — Fig. 2. sind die Anfänge. — Bei Fig. 3. beginnt die Knospenhülle sich zu bilden. — Bei Fig. 4. ist dieselbe schon weiter vorgeschritten (b.) und der Knospenkern (c.) ragt daraus weit hervor. — Bei Fig. 5. und 6. ist die Ausbildung der Knospen am weitesten vorgeschritten. — Bei Fig. 6. sieht man den Embryosack.

Fig. 7. Zwei junge Samen derselben Pflanze, welche ihren Keim entwickelt haben. — a. Knospenmund. — b. Die Basis. Vergl. §. 804.

Fig. 8. Samen von Hordeum nudum (geschält). — a. Der Embryo (Schildchen mit Keimhülle). — b. Eiweisskörper. Vergl. §§. 809. 810.

Fig. 9. Der Embryo desselben Samens etwas vergrössert. — a. „Keimhülle" (coleoptile). — b. „Schildchen". — i. Eiweiss. Vergl. §. 809. und Anmerkung 37.

Fig. 10. Derselbe Embryo der Länge nach durchschnitten und vergrössert. — a. b. Schalen. — c. Stengeltheil des Embryo. — d. Anfang der ersten Adventivwurzel. — e. „Schildchen". — f. „Keimhüllchen". — g. Spalt, in welchem die Knospe und das erste Laubblatt (h.) versenkt ist. — i. Eiweisskörper.

Fig. 11. Durchschnitt einer (umgewendeten) Samenknospe von Passiflora coerulea vergrössert. — b. Knospengrund. — c. Aeussere — d. innere Knospenhülle. — e. Knospenkern. — f. Keimsack. — g. Micropyle. — h. exostomium. — i. endostomium. — k. Keimwarze. — l. Samennaht. — m. Knospenträger. Vergl. §§. 805. 806.

Fig. 12. In verschiedenen Entwickelungsstadien begriffene Samenknospen von Clarkea elegans vergrössert. — a. b. c. In der Wendung begriffen. — d. e. Die Wendung ist fast vollendet. Vergl. §§. 805. 806.

Fig. 13. Längsdurchschnitt eines Fruchtknoten von Hippuris vulgaris vergrössert. — a. Wand der Fruchtknotenhöhle. — b. Hängende umgewendete Samenknospe. — c. Knospengrund. — e. Kernwarze. — d. Griffel. Vergl. §§. 804. 805. 806.

Fig. 14. Durchschnittene Frucht von Cannabis sativa. — a. Fruchthülle. — b. Schale des hängenden Samens. — c. Das Würzelchen. — d. Blätter des gekrümmten Keims.

Fig. 15. Gekrümmte Samenknospe von Matthiola annua vergrössert. Vergl. §§. 805. 806.

Fig. 16. Narbenpapillen und leitendes Zellgewebe (d.) von Convallaria majalis. — a. Pollenkörner mit Pollenschläuchen, welche in das leitende Zellgewebe eindringen. Vergl. §§. 808. 834.

Fig. 17. Theil eines Querschnitts des Fruchtknotens von Tulipa Gesneriana vergrössert. — a. a. Aussenwand der künftigen Fruchtklappe, durch welche in der Mitte ein durchschnittenes Gefässbündel geht. —

b. Leistenförmiger Vorsprung, an welchem sich die umgewendeten Knospen erzeugen. — d. Knospenträger. — e. Knospen mit zwei Knospenhüllen, aus deren Micropyle die Kernwarze hervorragt. Vergl. §§. 797. 806.

Fig. 18. Die Befruchtung der Samenknospe von Momordica elaterium nach *Schleiden*. Vergl. §. 808. — e. Knospenkern. — f. Keimsack. — g. Pollenschlauch.

Fig. 19. Samenknospe im Längsschnitt von Orchis latifolia. — a. Aeussere, — b. innere Knospenhülle. — c. d. Zwei Pollenschläuche, deren eingedrungene Enden sich zur Anlage zweier Embryonen entwickelt haben (*Schleiden*).

Taf. 37.

Fig. 1. Ein Kätzchen mit Knospenblumen von Larix europaea. — a. Unterer Schuppenstengel. — b. Laubstengel. — c. Schuppen- oder Deckblätter vom Blüthenstengel.

Fig. 2. Ein solches Deckblatt, an dessen Basis inwendig eine Carpellschuppe sitzt, welche zwei verkehrt angewachsene Samenknospen trägt.

Fig. 3. Eine ähnliche Blume etwas weiter vorgerückt. — a. Samenknospe. — b. Carpellschuppe. — c. Deckblatt.

Fig. 4. Dieselbe Blume von der umgekehrten Seite betrachtet.

Fig. 5. Längsschnitt einer solchen Blume, welcher eine der beiden Knospen halbirt, vergrössert. — a. Der angewachsene Knospenträger. — b. Knospengrund. — c. c. Einfache Knospenhülle. — e. Knospenkern. — f. Keimsack. — g. Knospenmund, dessen Kanal zur Kernwarze führt. — h. Carpellschuppe. — i. Vorblatt. Vergl. §. 807.

Fig. 6. Ein reifer Zapfen desselben Baumes. — a. Schuppenstengel. — b. Laubstengel. Der Zapfen ist ein fructificirendes Kätzchen von Knospenblumen, bei welchem die Carpellschuppen die Deckblätter überholt haben. Vergl. §. 795.

Fig. 7. Eine Carpellschuppe (c.) des Zapfens von Picea vulgaris, welche zwei Samen (a.) mit ihren Flügeln (b. b.) trägt. Vergl. §§. 795. 812.

Fig. 8. Eine aufgesprungene Samenkapsel von Euonymus europaeus. — aa. Samen. — b. b. b. Fruchtklappen mit ihrer nach innen vorspringenden Leiste. Vergl. §. 797.

Fig. 9. Längsschnitt eines der vorgenannten Samen schwach vergrössert. — a. Samenmantel. — b. Samenhülle und Eiweisskörper. — c. Keim. Vergl. §. 810.

Fig. 10. Frucht von Rumex aquaticus, wenig vergrössert. — a. Fruchthülle. — b. Vertrocknete Griffel und Narben. — c. Der aufrecht stehende und am Grunde der Fruchtknotenhöhle befestigte Same mit dem Eisweisskörper, worin — d. der gerade Keim sein Würzelchen nach oben richtet. Vergl. §§. 806. 809. 810.

Fig. 11. Frucht von Impatiens Roylei. — a. Blumenstiel. — b. Aeusseres Carpell als Fruchtklappe. — c. Centraler Samenstengel, welcher sich nach oben deutlich gliedert. — d. Samen. Vergl. §. 789.

Fig. 12. Schote von Matthiola annua. — a. Stiel. — b. Klappen. — c. Reste der Narbe. — c. Samenstengel. Vergl. §§. 788. 791. 796.

Fig. 13. Beere von Berberis vulgaris.
Fig. 14. Dieselbe der Länge nach durchschnitten. Man sieht eine Höhle, in welcher der aus der umgekehrten Samenknospe entstandene Same befestigt ist. Vergl. §. 804.
Fig. 15. Längsschnitt dieses Samens schwach vergrössert. — a. Samenschale. — b. Eiweisskörper. — c. Gerader Keim. Vergl. §§. 809. 811.
Fig. 16. Pistillblume von Populus nigra vergrössert. — a. Narbe. — b. Wand des Fruchtknotens. — c. Grundständige Samenknospen. Vergl. §§. 788. 804.
Fig. 17. Blume einer Weinrebe. — a. Stiel, Kelch, Staubblätter und Pistill. — b. An der Spitze verwachsene Blätter der Blumenkrone. — c. d. Blumen derselben Pflanze, welche noch nicht vollständig geöffnet sind. Vergl. §. 783.
Fig. 18. Weinbeere. — a. Längsschnitt. Man sieht zwei Fächer und in dem einen Fache einen grundständigen Samen. — b. c. Keime aus solchen Samen. — d. Querschnitt eines solchen Samens vergrössert. — α. Aeussere Schicht. — β. Innere steinige Schicht der Samenhülle. — γ. Keim. Vergl. §§. 804. 810. 812.
Fig. 19. Fruchtkapsel von Agrostemma Githago der Länge nach aufgeschnitten. Vergl. §§. 789. 796.
Fig. 20. Pistill von Lychnis dioica etwas vergrössert. — a. Verkümmerte Staubblätter. — b. Fruchtknoten. — c. Griffel. Vergl. §§. 788. 791.
Fig. 21. Längsdurchschnitt einer Frucht von Lychnis. Vergl. §. 789.

Taf. 38.

Fig. 1. Eine Flügelfrucht (samara) von Acer, bei welcher ein Fach aufgeschnitten ist, worin man den Samen (a.) sieht. Vergl. §. 797.
Fig. 2. Derselbe Same durchschnitten. — e. Keim. Vergl. §. 811.
Fig. 3. Keim desselben Samens mit ausgebreiteten Keimblättern.
Fig. 4. Flügelfrucht von Fraxinus excelsior.
Fig. 5. Dieselbe Frucht mit geöffneter Fruchthöhle, worin ein Same liegt.
Fig. 6. Derselbe Same herausgenommen. — c. Der Samenträger.
Fig. 7. Längsschnitt durch diesen Samen. — a. Keim. — b. Eiweisskörper.
Fig. 8. Einzelfrüchtchen von Erodium. — a. Same. — b. Carpell. Vergl. §. 792.
Fig. 9. Längsschnitt durch eine Erdbeere. Vergl. §§. 792. 793.
Fig. 10. Einzelfrüchtchen dieser Erdbeere vergrössert. — a. Derjenige Theil, welcher dem Fruchtknoten entspricht. — b. Griffel mit Narbe. — c. Gefässbündel. Vergl. §. 793.
Fig. 11. Querschnitt durch eine noch unreife Frucht von Viola tricolor vergrössert. — a. Die drei Samenstengel. Vergl. §§. 796. 804.
Fig. 12. Querschnitt durch eine unreife Frucht von Oenothera biennis vergrössert. — a. Klappen. — b. Von denselben ausgehende Leisten, welche die Scheidewände der Fruchthöhle und zugleich den Knospenstengel bilden. — c. Seitenränder der Klappen, wo die Trennung in der Reife stattfindet. Vergl. §. 800.

Fig. 13. Querschnitt durch eine unreife Johannisbeere vergrössert. — a. Hohlstengel von dem Kelch, der Blumen- und Staubblattkrone. — b. Innere Wand des Fruchtknotens.

Fig. 14. Längsschnitt durch eine gleiche Frucht. Vergl. §§. 799. 800. — a. Hohlstengel, aus den Elementen des Kelches, der Blumen- und Staubblattkrone gebildet. — b. Innere Wand des Fruchtknotens (Knospenstengel), welche vom Pistill gebildet wird. — c. Griffel. — d. Staubblätter. — e. Kelchblätter. — f. Samen. — g. Verschmelzung (Basis) aller Stengelglieder der Blume.

Fig. 15. Querschnitt von Cucumis sativa. Vergl. §. 800. — a. Fleischiger Hohlstengel, welcher aus den Elementen des Kelchs, der Blumenkrone und der Staubblattkrone gebildet ist. — b. Eingeschlossener Knospenstengel. Vergl. §. 800.

Fig. 16. Senkrechter Schnitt durch eine Frucht von Sonchus oleraceus vergrössert. Vergl. §§. 784. 794. 801. 804. — a. Abgeschnittener Haarkelch. — b. Hohlstengel, als Hülle der Schliessfrucht. — c. Keim.

Fig. 17. Senkrechter Schnitt durch eine (gemischte) Spaltfrucht von Aethusa Cynapium vergrössert. Vergl. §§. 784. 799. 800. — a. Centrale Längenaxe. — b. Der nach oben gekehrte Grundtheil des Fruchtzweiges, welcher den Griffel bildet. — c. Der Kelchstengel. — d. Eiweisskörper des Samens. — e. Keim.

Grundzüge der philosophischen Botanik.

(Das Pflanzenindividuum als Organismus.)

---

§. 541.

Individuum heisst hier ein einzelner Pflanzenkörper, der nicht mit einem andern gleichartigen Pflanzenkörper in organischer Verbindung steht [1]). Das Pflanzenindividuum besitzt die Fähigkeit, die allgemeinen Erscheinungen des Pflanzenlebens an sich zu entwickeln, ohne dazu ein anderes Individuum seiner Art nöthig zu haben [2]).

§. 542.

Es liegt in dem Wesen eines Organismus, dass er gegliedert ist, denn nur durch die Glieder, welche seine nothwendigen Theile sind, existirt er als solcher. Die Glieder sind die Organe des Organismus.

Die Gliederung ist zugleich erste und wesentlichste Bedingung des Pflanzenindividuums.

Nur das Pflanzenindividuum kann als systematische Grösse (Form, Species u. s. w.) in Betracht kommen.

§. 543.

Die Grundform (Typus), welche allen individuellen Pflanzenformen gemeinsam ist, unterscheidet die letzteren von den Thieren und Mineralien. Aber dieser Pflanzentypus gliedert sich wieder in Typen zweiter, dritter u. s. w. Ordnung.

Das ist die Gliederung des Systems der Individuen, dessen Kategorien, je nach ihrem weitern oder engern Sinne, zum Theil

auch nach verschiedenen Ansichten der Autoren, die Benennung von Abtheilungen, Classen, Ordnungen, Stämmen, Familien, Sippen, Gattungen (oder Geschlechtern), Arten u. dergl. bekommen.

§. 544.

Es sind sonach die Kategorien des Systems wirkliche wahre sinnliche Pflanzenformen, deren synthetischer Grund die typische Aehnlichkeit, deren analytischer Grund aber die typische Differenz ist. Daraus folgt, dass der Charakter einer Kategorie in der Summe aller übereinstimmenden und wirklich vorhandenen Merkmale bestehen muss.

§. 545.

Die nächste Gruppe, welche wir durch die Vereinigung gleichartiger Individuen erhalten, nennen wir die Pflanzenart, Pflanzenspecies. Weil die Individuen der Species nicht gleich sind und die verschiedenen Systematiker auch nicht dieselben Individuen (Exemplare) untersuchen und beobachten können, so kann bei ihnen auch der Begriff der Art nicht immer ein völlig übereinstimmender sein; daher die vielen Differenzen in der Auffassung und Begrenzung (der Bestimmung des relativen Werthes) der Art. Hierin liegt nun der Grund, warum überhaupt eine vollständige Uebereinstimmung bei der systematischen Beurtheilung der Pflanzenformen unmöglich wird.

§. 546.

Es kann daher auch nicht Aufgabe der systematischen Botanik sein, ein unveränderliches System zu errichten, sondern nur vorübergehende Kategorien, welche mit Einverleibung schon früher gegebener bewährter Erkenntnisse, und mit Ausschluss alles erkannten Unrichtigen, die Wissenschaft um einen Schritt weiter führen. So ist die systematische Botanik nie fertig, sondern im beständigen Werden begriffen, wie die Pflanzenwelt; und wie diese das Abgelebte ausscheidet, wirft auch sie ihre alten Hüllen ab, um die neuen Formen an den Tag treten zu lassen.

§. 547.

Da nun die Kenntniss der Individuen den Grund der systematischen Botanik bildet, indem nur jene den realen Inhalt dieser ausmachen, so ist die Betrachtung der Individuen für die weitere Erkenntniss des Pflanzenlebens durchaus nothwendig.

§. 548.

Das individuelle Pflanzenleben kann nur aus seinen Wachsthumsbewegungen richtig erkannt werden. Diese Bewegungen sind bei jedem Individuum stetig, aber nicht gleichmässig. Es kommen dabei Steigerungen und Verzögerungen vor. Weder jenen noch diesen liegt ein gleiches Maass zu Grunde und auf dieser Ungleichheit beruht die Differenz der Individuen.

Darum ist auch die Differenz nie ganz gleich, selbst zwischen mehreren Individuen derselben Art; aber sie ist grösser bei den höhern Kategorien des Systems und kleiner bei den niedern.

§. 549.

Die Art (species) wird als die niedrigste Kategorie im System angesehen; die Abtheilung (divisio) als die höchste. Das ist Alles, was man über den Werth der Kategorien im System sagen kann. Die Pflanzenwelt hat ihren richtigen Maassstab in sich selbst, nicht ausser sich. Die einfachen niedern Pflanzenformen sind der sicherste Maassstab für die zusammengesetzten (höhern), weil sie diesen zu Grunde liegen und daher allgemein sind.

Man kann mit der niedern Form jedesmal die höhere messen (vergleichen) ohne der einen oder der andern Gewalt anzuthun. Wenn man jedoch die niedere durch die höhere Form messen (erkennen) will, so geht das nicht anders, als dass man die letztere selbst erst in ihre Theile zerlegt. Dann ist sie aber zerstückt, sie ist nichts Ganzes mehr, kann also auch nicht mehr als solches Geltung haben, denn ihr wahrer Werth ist durch die Zertheilung vernichtet.

Hieraus geht nun aber hervor, dass die höhern Formen ausser dem Werthe, den sie durch den Einschluss der niedern erhalten, noch einen zweiten Werth besitzen müssen, nämlich den, welchen die Anordnung und Verbindung der niedern Formen zu den höhern verleiht. Dieser Werth ist in der höhern Form der grössere, weil die niedern Formen selbst als Ganze ihn begründen und dadurch eine untergeordnete, nur elementare Bedeutung bekommen.

Daraus folgt aber ferner, dass jede höhere Kategorie der Pflanzenwelt noch ihren eignen Maassstab in sich selbst hat, wonach die Glieder, aus denen sie besteht, zu bestimmen sind, und es gilt hierbei als allgemeine Regel, dass, je höher die Form ist, um so gebundener und unselbständiger die Glieder sind, aus denen sie besteht.

Für die Bestimmung der Species, als der niedrigsten systematischen Grösse, muss daher auch ein anderer Maassstab in Anwendung kommen bei denjenigen Ordnungen, welche die einfachsten Individuen enthalten, als da, wo die Individuen zu hoher Entwickelung gelangen [3]).

§. 550.

Der Werth eines Individuums wird bestimmt durch den ganzen Umfang seiner Entwickelungsgeschichte. Nur dieser Umfang macht die Differenzen. Die grössten Differenzen treten aber am Ende der Entwickelung des Individuums auf, die kleinsten am Anfang [4]). Man kann daher auch sagen, dass der wahre Ursprung eigentlich noch gar keine Differenz in den Individuen bemerken lässt, sondern bei allen ein gleicher ist. Diese ursprüngliche Gleichheit verknüpft sie eben und ist es, welche ihnen allen den gleichen Begriff einer Pflanze zukommen lässt.

Hier also an ihrem Ursprunge müssen wir die Gleichheit der Pflanzenindividuen suchen; an ihrem Ursprunge müssen wir auch die Einheit, die Verknüpfung der Arten, Gattungen und aller übrigen systematischen Kategorien finden.

§. 551.

Der Anfang jeder Pflanze beginnt als unsichtbare Grösse; das Ende ist ihre Entwickelung. Sie ist dann ent-wickelt, als Grösse bloss gelegt, geöffnet; ihr Inneres ist heraus, an die Oberfläche, getreten. Das Ende eines Pflanzenlebens bietet daher die grösste Oberfläche dar, aber auch die meisten und auffallendsten Unterschiede.

Diese von der Oberfläche genommenen Unterschiede der Individuen begründen die Art; die von der Nähe ihres Ursprunges hergeleiteten Unterschiede der Individuen die höchste Kategorie.

§. 552.

Jedes Pflanzenindividuum lässt sich auf den Zellenkern und dessen Umgebung zurückführen. Wir wissen, dass jener, wie diese, mehr flüssig oder mehr starr, auch dem Stoffe nach verschieden sein kann. (Vergl. §. 428 fg.) In der Differenz beider aber beruht die Gliederung der Zelle und daher auch ihre individuelle Bedeutung, sobald sie ihr Leben selbständig und allein fortführt. In dem Zellenleben aller mehrzelligen Pflanzen lassen sich jedoch zwei wichtige Momente unterscheiden, nämlich:

1) Derjenige, wodurch die Zellen bestimmt werden, sich zu einem Pflanzenindividuum zu verbinden.
2) Derjenige, wodurch eine oder mehrere verbundene Zellen bestimmt sind, in ihrer Nachkommenschaft Zellen zu erzeugen, welche nicht in den allgemeinen Verband eingehen, sondern sich als selbständige Individuen davon trennen. Diese letztern heissen Keimzellen. (I. Bd. S. 290.)

§. 553.

Diese Keimzellen vermögen nun immer wieder neue Individuen zu entwickeln, die der Mutterpflanze, von der sie abstammen, ähnlich sind; aber die Bedingungen dieser Entwickelung sind nicht bei allen Pflanzen gleich.

Die Keimzellen der einen vermögen sich nämlich für sich, ohne weitere Beihülfe eines andern Individuums, frei und offen zu entwickeln; diese bilden die eine grosse Pflanzengruppe, welche *Linné* **Kryptogamen** nannte.

Die Keimzellen der andern Gruppe entwickeln sich jedoch nur wieder auf einem mütterlichen Organismus gleicher oder verwandter Arten: *Linné's* **Phanerogamen.**

§. 554.

Man kann die Periode, in welcher die Pflanzen ihre Keimzellen entwickeln, die Blüthezeit derselben nennen, denn bei der Phanerogamenblume ist in der That die Keimzelle (Pollen) ein ebenso wesentliches Organ, als die Sporenzelle bei der sogenannten Sporenfrucht der Kryptogamen.

Die Keimzelle der Kryptogamen wird Spore, die der Phanerogamen Pollenkorn genannt.

Viertes Buch.

Von den Offenkeimern, oder Kryptogamen.

Erstes Capitel.

Die Algen. (Algae.)

§. 555.

Zu den Algen rechnet man vorzugsweise diejenigen Kryptogamen, welche ausschliesslich, oder doch wenigstens vorzugsweise im Wasser wachsen. Es gibt kein Merkmal, wodurch sie von den Flechten und Pilzen genau unterschieden werden könnten. Als man die Algen zu einer besondern Gruppe erhob, hat man sich von einem allgemeinen Gefühle, dem botanischen Blick, nicht von Einem Theilungsgrunde leiten lassen. Ein neuerer Versuch *Naegeli's,* die Algen nach Einem Theilungsgrunde zu bestimmen, musste, wie alle derartige Versuche, zu unnatürlichen Ergebnissen und Zerreissungen führen, weil Ein Theilungsgrund immer nur zu einseitigen Consequenzen führt, die Natur aber überall und immer allseitig auftritt.

§. 556.

Unter den Algen kommen neben sehr entwickelten und grossen, die unentwickeltsten und kleinsten Pflanzenformen vor. Diese letztern haben im Verein mit den niedern Pilz- und Flechtenformen den alten Lehrsatz — omne vivum ex ovo — umgestossen. Dass das Hühnchen und viele andere Thiere aus dem Ei, dass der Eichbaum aus der Eichel, der Haselstrauch aus der Nuss entsteht — wer wollte das leugnen? Aber so gewiss man auch Pflanzen durch Steckreiser ziehen kann und so gewiss sich die niedern Thierformen auch durch Theilung vermehren, so gewiss ist doch auch, dass das Hühnerei eben so wenig der Anfang

des Hühnchens ist, als die Eichel der Anfang des Eichbaums. Ein Ei und ein Pflanzensame sind schon gewisse und bestimmte Entwickelungsstufen von nicht nur individueller, sondern auch specifischer Geltung. Ein Ei und ein Same kann demnach auch nur da in Betracht kommen, wo sie wirklich vorhanden sind. Jenes bei den Thieren, dieser bei den phanerogamischen Pflanzen. Diese sind daher blühende und samentragende, die Kryptogamen nur blühende Pflanzen. Der specifische Anfang ist daher hier in der Sporenzelle, dort aber besonders in dem Samenkeime zu suchen.

Die isolirte Phanerogamenzelle kann sich nicht selbständig zur Phanerogamenpflanze entwickeln, wohl aber die isolirte Kryptogamenzelle zur Kryptogamenpflanze. Es drängt sich aber hier noch die Frage auf: Ist eine ursprüngliche Entstehung der Zelle, ohne Mitwirkung eines mütterlichen Organismus — einer Mutterzelle — möglich? — Diese Frage ist schon beantwortet, da wir (im ersten Bande, S. 230 fg.) freie Zellenbildungen nachgewiesen haben.

Ueberhaupt steht so viel fest, dass der Einfluss eines mütterlichen Organismus oder Organes nicht weiter reicht, als sein specifischer und individueller Wirkungskreis geht. Dieser ist aber bestimmt da zu Ende, wo es sich um die Bildung einer allgemeinen organischen Form handelt, welche weder einer einzelnen Species, noch einem Individuum, noch einem einzelnen Organ, sondern allen Organen, Individuen und Arten zu Grunde liegt. Das ist bei Zellgewebspflanzen die Zelle, und bei noch niedrigern die Schleimhäute, Schleimfasern und Schleimkörner. (I. Band, S. 228 fg.) Eine jede dieser Formen beherrscht nur den Kreis, von dem sie die Grundlage bildet. Keine dieser Formen aber vermag den Stoff zu beherrschen, denn sie bilden ja nicht den Stoff, sondern der Stoff bildet sie. Darum ist die Stoffbildung auch die Grundlage jeder organischen Bildung. Da nun die Stoffbildung nur von chemischen Bedingungen, aber keineswegs von organischen Formen abhängig ist, so ist hiermit zugleich seine von irgend einer organischen Form unabhängige Bildung als nothwendig erwiesen.

Diese unabhängige — ursprüngliche — Stoffbildung bedingt daher das ganze organische Leben in seiner allgemeinen Bedeutung überhaupt, sie liegt allen organischen Formen unmittelbar zu Grunde, obschon die Bildung gewisser (aber nicht aller) specifischer Formen noch an andere Bedingungen mit geknüpft ist.

§. 557.

Es leuchtet hiernach ein, dass niedere organische Formen ursprünglich (mutterlos) da entstehen müssen, wo der Stoff dazu erzeugt wird, denn jene sind eine nothwendige Folge von diesem. Im Wasser und der atmosphärischen Luft sind die Bedingungen zur Stoffbildung für Organismen gegeben, folglich auch die Möglichkeit zur ursprünglichen Pflanzenbildung. Man hat ferner die Entstehung von Algen in destillirtem Wasser, welches in verschlossenen Gefässen dem Sonnenlichte ausgesetzt wurde, beobachtet, unter Umständen, welche die Anwesenheit eines gleichen specifischen mütterlichen Organismus oder seines Keimes daselbst gar nicht erwarten lassen. Darum wird auch von mir und mehreren andern Naturforschern die ursprüngliche Entstehung niederer Kryptogamenformen als eine ausgemachte Sache angenommen.

Dass auch niedere mikroskopische Organismen mit andern Staub- und Wassertheilchen durch Winde mechanisch in die Höhe gerissen und an niedere und hohe Gegenstände in und ausser dem Wasser abgesetzt werden, davon kann man sich durch Beobachtungen überzeugen. Durch dieses Absetzen von organischen Körperchen ist ebenfalls die Möglichkeit der Entwickelung niederer Organismen gegeben; aber diese stösst jene erste, ursprüngliche Entstehungsweise nicht um.

§. 558.

Eine zweite Art der mutterlosen Entstehung niederer Pflanzenformen ist die, dass der Stoff dazu zwar vorhanden, aber einer abgelebten organischen Form noch angehört. Durch Einwirkung von Wasser, Luft und Wärme wird jene organische Form aufgelöst, und der frei gewordene Stoff geht in neue organische Bildungen ein. Auf diese Weise werden wohl die meisten Pilzbildungen erzeugt.

§. 559.

Endlich kann noch eine dritte Art der mutterlosen Entstehung angenommen werden. Sie besteht darin, dass lebende organische Theilchen, welche unter der Herrschaft eines mütterlichen Organismus sich gebildet haben, eine selbständige Entwickelungsweise beginnen, die sich oft so ausdehnen kann, dass die Existenz des mütterlichen Organismus dadurch theilweise oder ganz gefährdet wird. Dahin gehört die Bildung der Pflanzenexantheme, die ebenfalls zu den niedern Pilzformen gerechnet werden.

Eine Anzahl hierher gehöriger niederer Pflanzenformen sind zum Theil schon im I. Bande (S. 228—239) betrachtet worden. Ein anderer Theil hat bei dem einzelligen Phytom (ebendas. S. 323) Erwähnung gefunden.

§. 560.

Da die Wachsthumsgeschichte des Algenkörpers so sehr verschieden ist, so lassen sich seine Formen nur genau betrachten, wenn man sie nach gewissen Normen zusammenstellt und gruppenweise untersucht.

Wir unterscheiden hiernach:

1) den einfachen Algenkörper.
2) den massigen Algenkörper.
3) den verfilzten Algenkörper.
4) den fadenförmigen Algenkörper.
5) den einschichtigen Algenkörper.
6) den mehrschichtigen Algenkörper.

§. 561.

1. Der einfache Algenkörper.

Er besteht nur aus einer oder sehr wenigen Zellen, deren Wachsthum entweder ziemlich gleichmässig beschränkt, oder vorzugsweise in die Länge gerichtet ist.

Der beschränkte einfache Algenkörper findet sich bei Protococcus (Taf. 17. Fig. 1.) und seinen Verwandten, unter den Desmidieen (Taf. 19. Fig. 1.) und Diatomeen.

§. 562.

Bei Protococcus besteht er häufig aus einer einzigen Zelle, bisweilen ist er aber auch zwei- und mehrzellig. Die Zellen sind rundlich oder eckig, ihre Haut besteht aus Bassorinsubstanz und ist ausserdem noch oft durch eine concentrische Trennung verschiedener Entwickelungsschichten gegliedert (Prot. macrococcus, Meneghinii. „Tab. phyc." Bd. I. Tab. 2. 3.). Die Gliederung, welche durch Vereinigung mehrerer Zellen entsteht, zeigen besonders Prot. botryoides, crustaceus, dissectus, tectorum, palustris und andere Arten.

Beispiele mehrzelliger Algenkörper, deren einzelne Zellen lose in einer grössern Zellenblase eingeschlossen sind, bietet die Gattung Botryocystis. Bei der mehrzelligen Botrydina dagegen sind die einzelnen Zellen innig und parenchymartig verbunden.

Das Wachsthum geschieht hier überall durch Theilung des Zelleninhalts, und die Vermehrung der Individuen durch Theilung und Trennung der einzelnen Zellen, oder der Zellengewebspartien. (Vergl. Microcystis und Botrydina „Tab. phyc." Bd. I. Tab. 8. 10.)

Eingeschachtelte Zellengenerationen mit concentrisch gegliederter Zellenmembran und Cuticula bietet die schon im ersten Bande (p. 305. Tab. 17. Fig. 2. 3.) erwähnte und abgebildete Gattung Gloeocapsa.

Bei Apiocystis („*Kg.* spec. Alg." p. 208.) ist der einzellige Mutterkörper länglich, unten in einen Stiel verdünnt und angewachsen; sein grüner Inhalt theilt sich in je vier und vier vereinigte Tochterzellen, welche nach erlangter Reife die alte Mutterzelle sprengen und ausschwärmen, dann sich ansetzen, und sich ebenfalls zu einem ähnlichen Mutterkörper entwickeln. Diese Gattung macht durch ihren wurzelartigen Fuss ein verbindendes Glied zu den Vaucherien.

§. 563.

Bei den Desmidieen ist der einzellige Thallus zum Theil durch eine sehr symmetrische Gliederung ausgezeichnet (Micrasterias, Euastrum, Cosmarium, Xanthidium, Phycastrum u. s. w.). Diese Gliederung ist durchweg eine dichotomische, welche sich bei Cosmarium auf einfache Halbirung beschränkt, bei Micrasterias aber durch Wiederholung in radialer Richtung und in gleichmässig abnehmender Stufenfolge vervielfacht. Wir sehen schon hier in einfacher Weise, aber klar und offen dargelegt, was sich, wie wir in der Folge sehen werden, bei der Gliederung der höchsten Pflanzenformen, nur mehr oder weniger versteckt, sehr vielfältig und mit Zellengewebsmassen wiederholt. Auch körnige, warzige und stachelige Auswüchse kommen auf der Oberfläche dieser einzelligen Körper in sehr geregelter Ordnung vor.

Bei Closterium tritt zwar diese äussere Gliederung des einzelligen Körpers sehr zurück, obschon die einfache dichotome Gliederung noch in einer gelinden Einschnürung bei einer Anzahl von Arten bemerklich ist. Aber um so wichtiger wird hier noch die Gliederung des Inhalts, wodurch derselbe in radiale, um die Längenaxe des Körpers gelegte Lappen getheilt wird, welche bei der Betrachtung dieser Pflänzchen in ihrer gewöhnlichen Lage als dunkele Längsstreifen erscheinen [5]).

Eine ähnliche radiale Gliederung des innern Raums hat die kieselzellige Gattung Actinoptychus bei den Diatomeen aufzuweisen.

§. 564.

Der verlängerte einfache Algenkörper findet sich bei den Gattungen Vaucheria und Caulerpa (im weitesten Sinne). Zwischenglieder, welche diese Gattungen mit den vorigen verknüpfen, bilden die Gattungen Botrydium, Valonia, Bryopsis und noch einige weniger bekannte. Von ihnen ist zum Theil schon im ersten Bande (S. 323—325) die Rede gewesen. Ihr Körper zerfällt in einen wurzelartigen und thallusartigen Theil, ja letzterer bei Bryopsis und Caulerpa in Stengel und Blatt.

Bei Vaucheria, Herpochaeta, Caulerpa flagelliformis ist die Gliederung des Algenkörpers durch dichotome Spaltung, die sich mehr oder weniger wiederholt, sehr deutlich zu sehen; die Dichotomie wird jedoch späterhin in einzelnen Fällen dadurch undeutlich, dass sich die coaetanen Glieder ungleichmässig entwickeln, woher es denn auch kommt, dass das eine bald in seinem Wachsthum aufhört, während das andere in demselben fortfährt, sich sogar noch mehrmals theilt, und durch sein Dickenwachsthum und die Geradstreckung zu jenem zurückgebliebenen Gliede sich wie ein Stamm zu seinem Zweige oder Blatte verhält.

Bei den Caulerpen verursacht dieses ungleiche Verhältniss, das auch in der Gliederfolge und in der Gliederordnung sich mehr oder weniger bemerklich macht, in Verbindung mit den verschiedenen Blattstellungsverhältnissen eine grosse Mannigfaltigkeit, in welcher man alle die Muster zu den Formen schon findet, welche wir später auch bei den vielzelligen und vielgliederigen höhern Pflanzen antreffen.

Wir können überhaupt schon eine Gliederung auf dreifache Art bei den Caulerpen unterscheiden:

1) die concentrische;
2) die verticale;
3) die horizontale oder radiale.

Die concentrische Gliederung bedingt die geschichtete Structur der grossen Caulerpenzelle. Die jüngern Glieder sind die innern Schichten, die ältern die äussern. Aber die Aussenseite hat nicht überall gleiche Schichten, weil sie einem succedanen Bildungsgange angehört. Sie ist vielmehr aus ebenso viel mit einander verschmolzenen Gliedern gebildet, als überhaupt durch den innern Wachsthumsprocess neue Glieder erzeugt wurden. Diese jüngern Glieder treten aber in Folge ihrer Entwickelung aus den Muttergliedern theilweise an ihren Enden heraus, indem sie diese an irgend einer Stelle durchbrechen und sich so,

eins aus dem andern, wie die verschiedenen Röhren eines Perspectivs herausschieben. So baut sich erst Glied in Glied, dann Glied aus Glied und endlich Glied auf Glied. Die jüngsten Glieder sind einschichtig; nach unten hin mehren sich in gleichem Verhältniss mit der Gliederzahl, die unter sich in lebendiger Verbindung steht, auch die Schichten, so dass man annehmen kann, dass alle Glieder, welche äusserlich sichtbar werden, durch die absteigende Gliederröhre mit einer Anzahl älterer lebender in unmittelbarer Verbindung stehen. Durch dieses Herauswachsen der jüngern Glieder aus den ältern entsteht die verticale Gliederung.

Die verticale Gliederung allein gibt nur einen einfachen in die Länge gestreckten Caulerpenkörper. Bei weiterm Wachsthum aber kommen Spaltungen vor. Die Spaltungen zeigen sich in ihrem Anfang als zwei Spitzchen, wovon das eine oft geradeaus auf der Erde hin wächst (weil der Caulerpenstamm kriecht), das andere aber sich späterhin entweder nach unten, oder nach oben, oder zur Seite biegt; nicht selten weichen auch beide Spitzen seitwärts aus, so dass keine in der Verlängerung der bisherigen Axe liegt. In solchen Spaltungen liegt die Vermehrung der Axen, welche, obschon sie als die Nachkommen 2ten, 3ten u. s. w. Grades erscheinen, doch einen gleichen morphologischen Werth untereinander haben, der darin besteht, dass sich an ihnen dieselben Erscheinungen wiederholen, welche wir so eben betrachtet haben. Ich werde sie deshalb sämmtlich als Hauptaxen betrachten. Die Bildung gleicht einem Rhizom. Die abwärts steigenden Nebenaxen (Wurzelaxen) spalten sich in Wurzelfasern, die gewöhnlich sehr fein sind. Die aufwärtsgehenden Nebenaxen werde ich Laubaxen nennen, weil sie Blätter erzeugen. Oft wechseln solche Laubaxen mit Wurzelaxen ziemlich regelmässig ab (Caulerpa mamillosa *Mont.* — C. scalpelliformis), in andern Fällen entspringen auch mehrere Wurzeln oder mehrere Laubaxen hintereinander (C. plumaris). Diese Wurzeln entsprechen den Adventivwurzeln der höhern Gewächse. Dass die Adventivwurzeln den Laubaxen gleichwerthig sind, beweist der Umstand, dass sie sich oft ähnlich verzweigen, so dass sich bisweilen (z. B. in Chauvinia paspaloïdes Bory.) in den feinen Wurzelzweigen die Verzweigungen der Blätter der Laubaxe nachweisen lassen. Nur da, wo die Blätter durch den Nachwuchs, wie bei C. Chemnitzia, clavifera, sedoïdes und anderen Arten, sich sehr verändern, wird die Aehnlichkeit unterdrückt.

Die Blattbildung der Caulerpen geschieht nicht immer sogleich mit der Bildung der Laubaxe, vielmehr kommt es oft

vor, dass sich diese selbst erst nach Art der Hauptaxen verzweigen und dann erst die Zweige Blätter erzeugen. Die Blätter, so wie alle Verzweigungen der Axe gehören der horizontalen Gliederung an. Wir müssen uns jedesmal hierbei die sich verzweigende Axe, gleichviel ob sie in Hinsicht auf ihre Mutteraxe selbst den horizontalen Gliedern angehört oder nicht, in eine senkrechte Stellung denken, wodurch sie die Bedeutung einer Hauptaxe bekommt. Die verticale Gliederung der Axen entsteht nun, wie wir oben gesehen haben, aus der concentrischen, durch Aus- und Aufwachsen der jüngern Glieder aus und auf den ältern. Tritt nun das jüngere Glied aus der Spitze des ältern hervor, so wird dadurch nur eine einfache Verlängerung der Axe hervorgerufen; tritt aber das jüngere Glied unterhalb der Spitze des ältern hervor, so ist entweder das eine, oder das andere, oder es sind beide genöthigt, sich von der Richtung der Hauptaxe abzuneigen, also sich nach einer bestimmten Seite des Horizonts zu wenden. Wegen dieser Abneigung von der Verticalen und der Zuneigung zur Horizontalen nenne ich diese Gliederung die horizontale. Man kann sie aber auch die radiale Gliederung nennen. Durch das seitliche Hervortreten des jüngern Gliedes aus dem ältern werden nun die Marken der verticalen Gliederung deutlicher. Die zur Seite gebogene Spitze ist aber nun nicht mehr Stengelspitze, sondern Blattspitze, welche sich durch ihre Abweichung von der Richtung der Stengelaxe entfernt hat. Dieser abgewichene obere Theil des Stengelgliedes ist das Blatt. Es geht hieraus hervor, dass jedes blattbildende Stengelglied eine gebrochene Axe hat, dass der untere Theil dieser Axe dem Stengel, der obere Theil aber dem Blatt angehört, ferner aber auch, dass dieses Blatt die unmittelbare aber abgewichene Fortsetzung eines Stengelgliedes ist. Als solches hat es nun einen weit beschränktern Wirkungskreis, denn während der untere stengelbildende Theil des Gliedes noch lange in dauernder Thätigkeit bleibt, schliesst das Blatt dieselbe, sobald es seine rein particuläre Entwickelung erreicht hat. Diese besteht entweder bloss in der Ausdehnung [entweder vorherrschend in die Länge (C. plumaris) oder in die Länge und Breite (C. scalpelliformis) oder nach allen Dimensionen in sehr verschiedener Weise (C. sedoïdes, cactoïdes, clavifera), ohne Seitengliederung]; oder es findet Seitengliederung Statt, und dann wiederholt sich in ähnlicher Weise eine mehr oder weniger andauernde Dichotomie, tiefere oder seichtere Spaltung, wodurch die radiale Blattgliederung entsteht (C. paspaloïdes, Webbiana).

So hätten wir nun das Caulerpenblatt zunächst in Beziehung

auf sein Stengelglied und sich selbst betrachtet. Es bleibt uns aber noch die Betrachtung der Aufeinanderfolge der zu einer und derselben Stengelaxe gehörigen Blätter übrig.

Schon daraus, dass die Spitzen der aufeinanderfolgenden Stengelglieder seitwärts und unter der Spitze des vorhergehenden Gliedes hervorbrechen, geht hervor, dass diese blattbildenden Glieder an ihrer Spitze schon innerhalb ihres Muttergliedes und vor ihrer Geburt eine abweichende Richtung haben müssen. Weitere Beobachtungen zeigen, dass die Axen der aufeinanderfolgenden Glieder nicht eine gleiche Lage ihrer Seiten haben, sondern dass sie eine Drehung bis auf einen gewissen Grad machen. So beträgt die Drehung der Glieder bei C. Freycinetii, C. taxifolia einen Halbkreis (180°), dadurch kommt das nächstfolgende Blatt jedesmal auf die gegenüberliegende Seite und die Stellung der Blätter wird zweizeilig [6]). Beträgt dagegen die Drehung 120°, wie bei C. cupressoïdes, so entstehen dreizeilige Blätter; beträgt sie 90°, wie bei C. mamillosa, so entstehen vierzeilige. Bei Caulerpa paspaloïdes, sedoïdes, uvifera, hamourotexii, laetevirens, hypnoïdes, Chemnitzia kommen andere Drehungsverhältnisse vor, die ich jedoch nicht sicher ermitteln konnte.

Wie nun das Blatt überhaupt ein Theil seines Stengelgliedes ist, so wird es als solcher von dem letztern auch ernährt, d. h. seine Nahrung wird ihm durch sein Stengelglied zugeführt. Der Nahrungsweg geht so nach aussen und macht eine Biegung wie das Blatt selbst. Durch diese nach aussen sich beugende Bewegung wird aber auch eine stärkere Ernährung des der Blattbasis zunächst liegenden Theiles des Stengelgliedes bewirkt, wodurch eine Hervorragung nach der Blattseite hin unterhalb des Blattes entsteht. Diese Hervorragung nenne ich die Blattspur und sie gehört demjenigen Theile an, welchen man bisher bei den höhern Gewächsen als „herablaufendes Blatt" bezeichnet hat. Bei zweizeiligen Blattstellungen zeigen sich daher zweischneidige Stengelglieder, bei dreizeiligen dreikantige, bei vierzeiligen vierkantige u. s. w. Die Kanten oder Vorsprünge eines Stengels oder Stengelgliedes werden daher immer von der Entwickelung der Blattspur abhängig gemacht. Das gilt nicht nur hier, sondern in allen (auch bei Phanerogamen) vorkommenden Fällen. Nur treten noch gewisse Abänderungen ein, die an dem gehörigen Orte weiter besprochen werden sollen.

Was nun die verschiedenartige verticale Entwickelung des Stengelgliedes betrifft, so gilt im Allgemeinen, dass die blättertragenden Stengelglieder sehr gering entwickelt sind. Dies hat

zur Folge, dass die Basis der obern Blätter von der Spitze der unter ihnen stehenden mehr oder weniger bedeckt wird, wodurch die imbricirte Form der Blattstellung hervorgerufen wird. Durch die Drehung der aufeinander gebaueten Axen und die successive Entwickelung der Blätter erhalten diese eine spiralige Stellung, welche besonders bei der drei- und vierzeiligen Ordnung deutlich bemerkbar wird.

Es bliebe nun eigentlich noch zu erörtern übrig, in wie fern mit diesen Erscheinungen noch weitere innere Vorgänge in dem Caulerpenkörper, namentlich die Entstehung, Form und Verbindung der innern Fasern, die wir auf Taf. 13. Fig. 8. a. b. gezeichnet haben, zusammenhängen. Dazu fehlen aber bis jetzt hinreichende Untersuchungen an lebenden Exemplaren, welche allein hierüber Aufschluss geben können. Das Wenige aber, was hier schon mitgetheilt ist, reicht hin, von der Organisationsfähigkeit einer Zelle eine hohe Meinung zu bekommen. Im Ganzen kommen bei Bryopsis ähnliche Erscheinungen vor, nur in beschränkterer Weise.

Bei Vaucheria beschränkt sich grösstentheils die Bildung von horizontalen Gliedern auf blosse Zweigbildung. Nur die kleinen Zweige, welche man in der Nähe der Keimzellen bemerkt, scheinen blattartiger Natur zu sein.

§. 565.

2) Der massige Algenkörper.

Er ist dadurch ausgezeichnet, dass die Glieder, welche ihn bilden, aus einer Anzahl von Zellen, Schleimkügelchen oder Fasern bestehen. Diese Glieder sind ohne Ordnung neben einander in allen Richtungen des Raums gelagert und werden durch eine schleimige Intercellularsubstanz mit einander verkittet. Schleimkügelchen bilden ihn bei der Gattung Ulvina (Bd. I. Taf. 2. Fig. 1.), Fasern bei der Gattung Leptothrix, Zellen und Zellenkerne bei den Gattungen Palmella und Coccochloris. Gewöhnlich ist er unbestimmt begrenzt und bildet mehr oder weniger ausgedehnte flache Ausbreitungen (Palmella cruenta) bisweilen mit unebener, traubenartiger Oberfläche (Palmella botryoïdes), oder er hat auch bestimmtere, kugelige oder andere Formen (Coccochloris, Tetraspora).

§. 566.

3) Der verfilzte Algenkörper.

Er besteht aus grossen langen schlauchartigen und verästelten Zellen, von denen jede einzelne Aehnlichkeit mit einer Vaucheria hat. Er findet sich bei der Gattung Codium und besitzt verschiedene Formen, die bald kugelig, dichotomisch verzweigt, blattartig ausgebreitet oder drehrund sind. Die Zellen bilden an ihrem untern Ende locker verwebte schlauchartige Wurzelhaare, womit der Körper auf seiner Unterlage festsitzt. Ueber seine Entstehung ist noch nichts bekannt.

§. 567.

4) Der fadenförmige Algenkörper.

Er ist aus einfachen Zellenreihen zusammengesetzt und findet sich bei den Oscillarinen, Leptomiteen, Confervinen, Desmidien, Diatomeen, Ectocarpeen (Taf. 19. Fig. 3. 4.), Zygnemeen, Characeen und Callithamnieen. Die Verschiedenheiten desselben gründen sich theils auf die An- oder Abwesenheit einer horizontalen Gliederung, so wie auf den relativen Werth der einzelnen Glieder unter einander. Einiges über die hierher gehörigen Formen ist schon im ersten Bande S. 305—308 mitgetheilt worden. Hier will ich nur noch Folgendes erwähnen.

Der Oscillarienkörper zeichnet sich dadurch aus, dass alle seine Glieder sich gleichzeitig und gleichmässig in linearer Richtung entwickeln, dadurch fehlt ihm ein oberer und unterer Theil, wenn wir ihn uns in eine senkrechte Lage versetzt denken; es ist daher gleichgültig, welches Ende wir als das obere und welches als das untere betrachten wollen. Daher kommt es aber auch, dass jedes andere Glied, weil alle gleichwerthig sind, die Functionen eines Endgliedes übernehmen kann, wenn die Gliederreihe zerstückelt wird.

§. 568.

Bei den Diatomeen ist der Körper der Melosira-Arten dem vorigen am ähnlichsten; ihm schliesst sich auch noch die Gattung Desmidium mit ihren Verwandten an, welche jedoch mit einem Ende angewachsen sind, während die Oscillarien immer frei vegetiren.

Bei den übrigen oben genannten Familien findet sich durchgängig ein Gegensatz in der Wurzel- und Stengelspitze, so wie

eine Verschiedenheit in der Bildung beider. Das Wurzelende verdünnt und verlängert sich mehr oder weniger; auch finden bisweilen Spaltungen an der Wurzelspitze Statt (Oedogonium), wenn diese sich irgendwo fest anklammert. An dieser Wurzelbildung scheint fast nur das unterste Glied Theil zu nehmen. Dieses, als einzelne Zelle, verlängert und theilt sich nach Art einer Vaucherienzelle. Aehnliches kommt auch bei einigen Zygnemen vor. Bei diesen zeigt sich aber noch die Erscheinung der Copulation, welche wir schon im ersten Bande (p. 298) kennen gelernt haben.

§. 569.

Verästelte Zellenreihen zeigen die Gattungen Cladophora, die Ectocarpeen und Callithamnieen. Die Aeste haben hier bald den Werth von Axen der zweiten, dritten u. s. w. Ordnung, bald den Werth einer gebrochenen Axe, d. i. eines Blattes, z. B. bei Draparnaldia, Batrachospermum, Chara, Callithamnion Plumula. Sie entstehen durch seitliches Auswachsen der Spitzen bestimmter Stammglieder. Dieses Auswachsen ist entweder einseitig oder mehrseitig; daher stehen diese Seitenorgane abwechselnd, gegenüber oder quirlförmig. Auch die Drehung der blättertragenden Stengelglieder kommt vor, wie bei den Caulerpen, daher auch zwei-, drei- und mehrzeilige Blattordnungen. Callithamnion abbreviatum (*Kg.* „Spec. Alg." p. 649) liefert übrigens noch den Beweis, dass die blattartigen Zweige an ihren Spitzen unter Umständen, zu wahren Stammaxen auswachsen können. Auch an der Basis der blattartigen Zweige kommen abwärts gehende Verlängerungen vor, die rindenartig die Stengelaxe bedecken; man kann sie als Wurzeln der Blätter ansehen, die sich an der Stammaxe anklammern und mit diesem zu einem gemeinsamen Organe verwachsen. Wir sehen hier also die Rinde eines Stammes durch wurzelartige Gebilde der Blätter sich bilden. Von Batrachospermum habe ich diesen Vorgang in meiner „Phycologia generalis" (Tab. 8. Fig. 4. e. f. — 6. a. — 9. a.) dargestellt; von Phlebothamnion roseum ebendaselbst (Tab. 44. Fig. I. 1.)[7]). Die Rindenschicht bei Chara und Corticularia gehört ebenfalls hierher. Endlich will ich noch erwähnen, dass bei der Cladophoren-Abtheilung Spongomorpha von der Basis der Zweige wurzelartige Verlängerungen sich erstrecken, die sich durch Dünnheit und lange Glieder auszeichnen (Vergl. meine „Spec. Alg." p. 417). Diese bilden unten ein Wurzelgeflecht, womit der ganze, locker verfilzte Spongomorphenkörper festsitzt.

§. 570.

5) Der einschichtige Algenkörper.

Er ist entweder flach ausgebreitet oder bildet eine Röhre. Jene flache Form zeigt sich bei Ulva (Tab. 19. Fig. 2. b.), Prasiola und Porphyra, diese bei Enteromorpha. Seine Entstehung kann man bei jungen Ulven und Prasiolen leicht beobachten. Er entwickelt sich hier (ob immer?) aus einer einfachen Zellenreihe, deren Zellen sich dann in die Fläche ausbreiten und nach zwei Dimensionen hin theilen. Ein kleiner unbedeutender Wurzeltheil befestigt diese Formen auf ihrer Unterlage. Wenn hier Theilungen an der Spitze vorkommen, so entstehen sie durch einfache mechanische Trennung vorher verbundener Zellen.

Phyllactidium zeigt centrifugales Wachsthum und ebensowol concentrische als radiale Gliederung durch die Anordnung seiner Zellen. Verticale Gliederung fehlt ganz, daher auch keine verticale, sondern nur horizontale Entwickelung. Die Form gehört dem Scheibenstengel an. Die gleichfalls horizontale Verästelung der Zellenradien ergibt hier noch eine peripherische Gliederung, die jedoch in der Zellenordnung nur angedeutet, aber nicht ausgeführt ist.

§. 571.

Bei Enteromorpha ist der Körper anfangs auch eine einfache Zellenreihe, die sich dann bei weiterem Wachsthum zunächst in zwei Dimensionen theilt; dann tritt aber ein Zeitpunkt ein, wo mit Ausnahme der Randzellen sich die übrigen Zellen in der dritten Dimension theilen, hier aber nicht verbunden bleiben, sondern gleich nach der Theilung durch Ansammeln von Luft und Wasser sich trennen. Dadurch entfernen sie sich von einander und es entsteht eine Höhlung, die vorzugsweise von Luft (Kohlensäure, Sauerstoff) und Wasser ausgefüllt ist. Die sämmtlichen Zellen setzen nun ihre Theilung nach den zwei Dimensionen, wie früher, fort. Bei Phycoseris aber verwachsen die getheilten Zellenschichten durch die Ausscheidung von Intercellularsubstanz wieder, wodurch dieser Körper zweischichtig erscheint (Vergl. „Phycol. gener." Tab. 20.).

§. 572.

6) Der mehrschichtige Algenkörper.

Aus den bisherigen Betrachtungen des mehrzelligen Algenkörpers ergibt sich, dass seine verschiedenen Formen sich alle

auf zwei Grundformen zurückführen lassen, wovon die eine ihre Axe entwickelt, die andere nicht. Die entwickelte Axe baut ihre Hauptglieder senkrecht auf, die unentwickelte dagegen wagerecht neben einander. Daher haben die Nebenglieder jener eine Abweichung nach der Wagerechten, dieser aber nach der Senkrechten. Wir werden dies Verhältniss durch die folgenden Beispiele an dem mehrschichtigen Algenkörper weiter bestätigt finden. Nur ergibt sich hierbei häufig wieder eine solche Verbindung dieser beiden Grundformen, dass keine so rein auftritt, als bei Conferva und Phyllactidium.

§. 573.

Der scheibenförmige Algenkörper mit vorherrschend centrifugalem Wachsthum tritt bei den Gattungen Hildenbrandtia, Peyssonelia, Pneophyllum, Melobesia, Mastophora, Spongites und Zonaria (Padina) auf. Die ältesten Theile sind hier im Centrum der Scheibe, die jüngsten in der Peripherie. Alle genannten Gattungen bestehen aber noch aus mehreren aufeinander liegenden Zellenschichten, deren Zellen jedoch unter sich auch wieder Glieder von mitunter verschobenen senkrechten Reihen sind. Zugleich haben aber auch die Zellen noch eine radiale Anordnung und die Peripherie der Scheibe spaltet sich häufig in Lappen, welche die wahren peripherishen Glieder dieser Bildungen sind. Durch ein theilweises besonderes Wachsthum dieser Lappen in die Breite, wachsen dieselben seitlich über- und untereinander weg und bekommen dadurch eine imbricirte Form (Peyssonelia imbricata). Die untere Fläche entwickelt Wurzelfasern, die aus einfachen Zellenreihen bestehen und sich oft verfilzen („Phycol. general." Tab. 77. Fig. I.). Der peripherische Rand ist bei Zonaria zurückgerollt (ebend. Tab. 22. Fig. I.). Hier, so wie bei Peyssonelia, heben sich zuletzt die Lappen mehr oder weniger in die Höhe, so dass sie mitunter sogar eine ziemlich senkrechte Lage annehmen, wobei sich auch die Seitenränder derselben mitunter einwärts oder auswärts rollen. Bei Spongites hebt sich jedoch bisweilen der Körper in der Mitte, oder an mehreren Stellen zugleich, wodurch knollige und knotige Formen erzeugt werden. Die Zellenformen, welche hier auftreten, können im Allgemeinen als gleichartig angesehen werden; nur bei Zonaria ist die oberste Schicht aus kleinern und bei Peyssonelia späterhin eine oder mehrere untere Schichten aus grössern Zellen gebildet.

§. 574.

Grössere Differenzen in der Zellenbildung treten bei den folgenden Formen auf. Wir können dabei immer eine verschiedene äussere und eine oder mehrere innere Lagen unterscheiden. Indem wir nun zunächst bloss die innere Gliederung des mehrschichtigen Algenkörpers betrachten, bemerken wir im Allgemeinen Folgendes:

Die Zellen sind entweder nach mehreren Seiten hin zu einem continuirlichen Parenchym mit einander verbunden (Dictyota, Halyseris, Cutleria, Sargassum), oder sie bilden entschiedene unverwachsene, einfache oder verästelte Zellenreihen, die unter einander in symmetrischer Ordnung stehen und nur durch eine schleimige oder gallertartige Intercellularsubstanz mit einander verkittet werden (Chaetophora, Thorea, Rivularia); oder es fehlt auch diese Kittmasse und die Zellenreihen liegen in loser Ordnung beisammen (Chlorotylium). Endlich kommen noch Formen vor, wo die unverwachsenen Zellenreihen die eine, die parenchymatisch verbundenen Zellen die andere Schicht bilden (Chordaria, Lemania, Laminaria, Fucus).

In dem einen Falle wird die äussere Schicht später als die innere entwickelt (Chorda), in dem andern Falle ist es umgekehrt (Lemania); wieder in andern Fällen geht von einer Zellenpartie oder Zellengewebsmasse ebenso eine Nachbildung nach innen, als auch nach aussen vor sich.

§. 575.

Der einfachste Fall dieser Art findet sich bei den Ceramieen und bei Polysiphonia. Der Sporeninhalt bei Ceramium theilt sich zunächst in mehrere Zellenkerne, die anfangs noch dicht beisammen liegen („Phycol. general.“ Tab. 45. Fig. I. 8. b.); um diese sammelt sich Gelinschleim, wodurch sie von einander entfernt werden (Fig. c.); dann verlängert sich die Mutterzelle, welche jetzt die Cuticula bildet und von den jungen Zellen lässt sich eine deutlich als Scheitelzelle in der Spitze erkennen (Fig. d. f.); die andern ordnen sich in übereinander liegende Schichten; eine jede einfache Schicht sondert sich von der andern und erzeugt eine doppelte, drei- und vierfache Schicht, welche die Gliederung des künftigen Körpers bestimmt (Fig. e.). In der Mitte zwischen jedem solchen Gliede entsteht nun eine Höhle von flüssigem Schleim, die sich zur Zelle entwickelt, dann bedeutend vergrössert und mit der gleichartigen verticalen Nachbarzelle verwächst. So entsteht die gegliederte einfache Axe der Ceramieen und jene ersten Zellen bilden die äussere Lage auf derselben. Manche

Gattungen (z. B. Spyridia, Ptilota) entwickeln noch Zwischenschichten. Die Entwickelung bei Laurencia, Alsidium, Rytiphlaea, Polysiphonia ist ähnlich; nur kommt hier oft eine bedeutend überwiegende Entwickelung der Zwischenschichten hinzu, die mitunter in der Form wieder von einander abweichen (Rhodocallis).

§. 576.

Häufig sieht man auch, dass durch einen eigenthümlichen Entwickelungsprocess einzelner Zellen (namentlich solcher, welche nach aussen gehende radiale Zellenreihen entwickeln, wie bei Mesogloea, Cladosiphon — „Phycol. gener.“ Tab. 27. I. und Tab. 25. I.) wurzelartige Verlängerungen entstehen, welche sich nach innen erstrecken und entweder hier in einer Höhlung des Algenkörpers oder zwischen grössern Parenchymzellen, diese umflechtend, endigen. Wir sehen hieraus, dass einzelne Partien des Algengewebes sich durch eine grössere Selbständigkeit auszeichnen und gleichsam als individualisirte Glieder in demselben auftreten. Daher kommt es auch, dass die radial gestellten Zellenreihen bei Chordaria, Mesogloea, Liagora und Anderen, sich zu den senkrechten Zellenreihen im Innern des Körpers gleichsam wie Blätter zu ihrem Stamme verhalten, und dass die im Stamme herablaufenden Fasern bei Thorea wie Wurzeln der äussern, die Keimzellen entwickelnden Gliederfäden erscheinen.

§. 577.

Die Individualisirung der Zellenreihen ist aber nirgends deutlicher ausgedrückt, als bei Chlorotylium und Rivularia, so dass man hier zweifelhaft wird, ob man sie nicht als wahre Individuen ansehen soll, welche nur dadurch ein Ganzes bilden, dass sie sich gleichmässig entwickeln, wodurch die radiale und concentrische Gliederung des zusammenhängenden Körpers hervorgerufen wird. Ja die Zellenreihen führen bei den Rivularieen (namentlich bei Euactis) auch nach der Auflösung der Gesammtform ihr individuelles Leben fort und sie scheinen dadurch zu Formen sich umzubilden, welche bisher im System unter verschiedenen Gattungen untergebracht sind. Die Art und Weise wie sich die Rivularienfäden im Innern entwickeln, verdient jedoch hier noch eine nähere Betrachtung. In ihrer ursprünglichen Natur schliessen sich diese Fäden denen an, wie sie in den Familien der Nostoceen, Scytonemeen und Mastichothricheen angetroffen werden. Die Eigenthümlichkeit dieser Zellenreihen besteht nun darin, dass sie absatzweise von einer grössern Zelle unterbrochen werden, die

durch Verschmelzen mehrerer einzelnen entsteht. Diese grössere Zelle wollen wir Grenzzelle nennen. Sie selbst nimmt an der fernern Vegetation keinen weitern Antheil mehr, als dass sie sich im Innern verdickt und dadurch zu einer Dauerzelle wird. Die übrigen Zellen fahren aber fort, sich durch Theilung zu vermehren. Wo nun die Zellenreihen nicht mit einer festen Scheide umgeben sind, wie bei Nostoc, da krümmen sich die sich verlängernden Fäden, wenn sie zugleich durch eine äussere Cuticula verhindert sind, sich gerade zu strecken; wo jedoch, wie bei Scytonema die Zellenreihen selbst und unmittelbar von einer scheidenartigen Cuticula umgeben sind, da krümmen sie sich entweder ebenfalls (z. B. Scytonema Leprieurii „Tab. phycol." II. Band. Tab. 23. Fig. I.) und brechen, wenn die Krümmung sich vergrössert, seitwärts aus der Scheide hervor, reissen an der Krümmung aus einander und verlängern sich dann zu den bei Scytonema so häufig vorkommenden Zwillingsästen; oder sie bilden Schlangenlinien, die sich bisweilen zu Spiralfäden innerhalb der Cuticula zusammenlegen (Physactis spiralis); oder, was häufiger ist, die Zellenreihe bricht unterhalb der obern Grenzzelle seitwärts hervor und bildet einen mehr oder weniger abstehenden Ast, indem sie sich an der Austrittsstelle krümmt, während sie mit der untern Grenzzelle in Verbindung bleibt, die ihre Basis bildet. Diese hervorgeschobenen Aeste sind mit einer dünnern, aus weniger Schichten gebildeten Cuticula versehen, obschon ihr Inhalt mit dem des Hauptstammes gleich ist. Bei den Rivularieen kommt nun dieselbe Erscheinung vor. Während aber bei Scytonema der hervorgeschobene Ast von der ursprünglichen Richtung der Hauptaxe abweicht, streckt er sich bei den Rivularieen gerade, bildet so die unmittelbare und gerade Fortsetzung der Axe, der er angehört, und drängt dadurch die über ihm befindliche Zellenreihe mit ihrer basilären Dauerzelle zur Seite. So erscheint diese als ein seitlich angefügter Ast an jener. Durch die gleichmässige Entwickelung dieser sich verästelnden Reihen (die sich in gleicher Weise auch schon bei Scytonema crassum und der Gattung Calothrix finden, wie man im zweiten Bande meiner „Tab. phycol." Tab. 26. 29. 30. sehen kann) werden nun bei den Rivularieen die sogenannten Zonen hervorgerufen, welche zugleich die concentrische Gliederung des (gewöhnlich halbkugelförmigen) Algenkörpers bilden.

§. 578.

Was nun die äussere Form des mehrschichtigen Algenkörpers betrifft, so ist dieselbe kugelig, halbkugelig, fadenförmig, flach,

einfach oder ästig, ganz oder gelappt, hohl oder angefüllt, gegliedert oder ungegliedert.

Wir wollen nur einige noch näher betrachten.

§. 579.

Zunächst verdient die Erscheinung eine besondere Erwähnung, wodurch der Algenstamm eine doppelte Bedeutung erhält; nämlich die Entwickelung einer basilären Scheibe, aus welcher sich dann ein oder mehrere senkrechte Stämme erheben. Diese Scheibe dient zur Befestigung des übrigen Körpers statt der Wurzeln und sie liegt entweder platt auf, und hat ein unbegrenztes Wachsthum in die Fläche, wie bei Chondrus crispus, Polyides lumbricalis, Alsidium (Heterocladia prolifera?), oder sie hat ein begrenztes Wachsthum, wie bei Fucus vesiculosus, und wird durch unterseitige Aushöhlung zur Saugscheibe; oder sie spaltet sich von der Peripherie aus in Lappen, welche sich abrunden und zu radialen Haftgliedern werden, wie bei Hafgygia und andern Laminarieen. Beide Arten des scheibenförmigen Haftorgans, das begrenzte und unbegrenzte, sind durch ihre Enwickelungsgeschichte scharf von einander geschieden; dieses scheint nur bei den Heterocarpeen, jenes nur bei den Isocarpeen (in grösserer Entwickelung) vorzukommen. Das unbegrenzte Haftorgan entwickelt sich zuerst, perennirt und breitet sich durch centrifugales Wachsthum continuirlich aus; die sporentragenden Scheitelstämme bilden sich erst aus ihm heraus (Vergl. Polyides lumbricalis in der „Phycol. gener." Tab. 72. Fig. 1—5.). Ich halte daher das unbegrenzte scheibenförmige Haftorgan für ein flaches Stengelorgan, welches vielleicht dem Rhizom von Tamus zu vergleichen ist. Bei Fucus und den Laminarieen jedoch entwickelt sich die Haftscheibe gleichzeitig mit dem Stamme und vergrössert sich auch mit diesem, aber sie entwickelt nie Adventivknospen, wie jene; und da sie auch ein dem Stamme entgegengesetztes Wachsthum hat, obschon sie sich in Folge des Widerstands, den sie durch die harte Unterlage erleidet, horizontal ausbreiten muss, so trage ich kein Bedenken, sie als eine Wurzel anzusehen. Ihre gleichzeitige Bildung mit dem Stamme kann man an den ganz jungen Individuen von Fucus vesiculosus sehen, welche ich in der „Phycologia generalis" Tab. 35. Fig. 4. gezeichnet habe.

§. 580.

Dass die höhern Algen wahre Blätter besitzen, wie die phanerogamischen Gewächse, daran ist kein Zweifel mehr. Wir finden einen beblätterten Stengel nicht bloss bei Sargassum, sondern auch

bei den Cystosireen, Macrocystis und sehr vielen Heterocarpeen (Plocamium, Ptilota, Alsidium, Laurencia, Carpocaulon, Bryothamnion, Bonnemaisonia, Solieria, Neuroglossum, Sphaerococcus, Ctenodus, Rhynchococcus, Polyzonia u. s. w.).

Es kommen folgende Fälle vor:

1) Die Blätter entwickeln sich einfach einseitig (ohne Axendrehung) und durch Theilung der Zellgewebspartien von der Basis zur Spitze bei Macrocystis;
2) die Blätter entwickeln sich wiederholt einseitig an Stammästen und Zweigen durch Auswachsen einer oder mehrerer Randzellen bei Plocamium;
3) die Blätter entwickeln sich mehrseitig in ähnlicher Weise bei Ptilota, Bryothamnion, Alsidium, Champia, Gelidium, Rhynchococcus, Sphaerococcus;
4) die Blätter entwickeln sich zweizeilig durch Theilung von Zellgewebspartien von oben nach unten bei Ctenotus („Phycol. gener.“ Tab. 58. II. 1.) und Neuroglossum (ebendas. Tab. 65. II. 1.).

Die interessantesten Fälle sind jedenfalls der letzte bei Neuroglossum und der erste bei Macrocystis. Hier (bei Macrocystis) ist nämlich immer nur ein Mutterblatt am Ende des oft zu ungeheurer Länge (bis 1500 Fuss!) anwachsenden Stengels vorhanden, welches sich durch grössere Breite und durch einen sehr thätigen und allseitig ununterbrochenen Zellenbildungsprocess auszeichnet, dadurch aber auch in continuirlicher Umwandelung begriffen ist. (Vergl. *J. D. Hooker* „Crypt. Bot. of the antarctic voyage.“ Part 6. Pl. CLXXI.) Bei Neuroglossum wird dagegen jedes durch Spaltung erzeugte Blatt wieder zum Mutterblatte, indem es vorzugsweise nach zwei Seiten hin sich vergrössert und spaltet. Diese Blattbildungsweisen stehen bis jetzt in der ganzen Pflanzenwelt isolirt da. Sie liefern aber mit den vorher erwähnten den Beweis, dass das Blatt sich auf verschiedene Weise bilden kann. Die einmal getrennten Blätter wachsen dann von der Spitze zur Basis, so dass letztere noch fortvegetirt, während erstere schon in der Auflösung begriffen ist.

Viele dieser Blätter dienen den Algen anscheinend bloss als Schmuck; es gibt aber auch solche, denen die Function obliegt, Sporen zu entwickeln. Sie sind den Staubblättern der Phanerogamen, der Büchse der Moose, den Sporenblättern der Faren zu vergleichen und sie finden sich besonders ausgezeichnet bei Delesseria, Epymenia, Porphyroglossum, Polysiphonia, Lophura (Tab. 19. Fig. 9.), Bostrychia, Kützingia, Epineuron und Lenormandia [8]).

§. 581.

Bei den Blättern der höhern Algen kommt übrigens noch eine fortgesetzte Gliederung vor; entweder durch Entwickelung von Seitengliedern, welche durch die Bildung von Nebenaxen hervorgebracht werden, oder durch eine Vermehrung der verticalen Glieder der Hauptaxe des Blattes. Im letztern Falle unterscheiden wir dann wenigstens zwei Glieder, nämlich ein basiläres, das gewöhnlich schmal, stengelartig ist und Blattstiel genannt wird, und ein terminales, das gewöhnlich breit und flach ausgebreitet ist und Blattspreite oder Lamina heisst.

§. 582.

Durch Ansammeln von Luft zwischen den Zellenmassen werden diese letztern auseinander getrieben und es bilden sich blasige Auftreibungen, welche den Algen als Schwimmorgane dienen. Diese Blasen liegen bei den Cystosireen und Fuceen in den Stengelgliedern, bei Macrocystis und den Sargasseen in den Blattorganen, und zwar regelmässig nur im Blattstiel bei Macrocystis, in der Lamina bei den Sargasseen. Diese Blasen, Laubblätter und Sporenblätter ersetzen oder vertreten sich übrigens gegenseitig, und es gilt hier als Regel, dass, je mehr sich die eine dieser Blattformen entwickelt, um so mehr die andern zurückstehen. Dadurch werden sehr verschiedene Trachten einer und derselben Art hervorgerufen.

Die Fortpflanzung der Algen.

§. 583.

Der ganze höhere Vegetationsprocess beruht auf der Entwickelung von Zellenreihen. Bei diesen sind die Zellen entweder mit einander in lebendiger Verbindung und haben den Werth von Gliedern, oder sie trennen sich und haben individuelle Bedeutung. Gleichfalls können sich ganze Zellenreihen als Glieder von der Mutterpflanze trennen und ebenfalls individuelle Bedeutung bekommen. Auf dieser Trennung der neuen jüngern und lebensfähigen Glieder vom Muttergliede beruht die Fortpflanzung der Gewächse überhaupt.

Ist das getrennte entwickelungsfähige Glied eine einzelne Zelle, und wird diese innerhalb einer Mutterzelle entwickelt und geboren, so heisst sie eine Spore. Wird aber das selbständige Glied nicht von der Mutterpflanze geboren, sondern nur nach aussen entwickelt und erfolgt seine Trennung erst nach dem Tode derselben, so heisst es ein Spross (proles).

Beide, die Spore und der Spross, sind entwickelungsfähige Pflanzenembryonen. Es gibt aber auch Pflanzenembryonen, welche nicht entwickelungsfähig sind; sie heissen Antheridien [9]).

§. 584.

a) Die Sporen.

Ein und dieselbe Pflanzenart (aber nicht immer dasselbe Individuum) kann verschiedene Sporen erzeugen. Wir unterscheiden dabei zunächst 1) solche, welche sofort entwickelungsfähig sind; sie heissen Gonidien; 2) solche, welche erst eine Zeitlang schlafen, ehe sie sich entwickeln; sie heissen Samensporen (spermatia). Jede Mutterzelle, welche Sporen geboren hat, stirbt ab.

§. 585.

Wir wollen jetzt diese Gebilde an den verschiedenen Algengruppen betrachten.

Die Protococcusformen, deren Individuen häufig nur aus einer Zelle bestehen, haben an sich schon den Charakter eines Gonidiums. Gewisse Arten entwickeln sich immer gleichförmig und es kommen bei ihnen keine abweichenden Zellengenerationen vor, z. B. Protococcus cohaerens, membraninus, minutus, dimidiatus, thermalis („Tab. phyc.“ I. Bd. Tab. 5.). Diesen schliessen sich in gleicher Weise die Algengattungen Merismopoedia, Prasiola und Oscillaria an. Sie entwickeln daher weder besondere Gonidien noch Samensporen, sondern pflanzen sich nur durch Theilung fort.

Anders verhält es sich bei andern Protococcusarten. Während eine Anzahl ihrer Individuen sich auf gleiche Weise wie die der oben genannten Gattungen vermehren, kommen auch häufig einzelne unter ihnen vor, die zu einer Gebärmutterzelle sich entwickeln, indem sie durch Vermehrung ihres Zelleninhalts und durch gleichzeitige Verdickung ihrer Zellenwand sich vergrössern, dann ihren Inhalt in viele einzelne Zellenkerne theilen, die sich innerhalb ihrer Mutterzelle noch mit einer zarten Zellenhaut umkleiden. Ist dieser Zeitpunkt eingetreten, dann löst sich die Wand der Mutterzelle auf und die Gonidien (Tochterzellen) treten als junge Individuen heraus. So bei Protococcus viridis und Meneghinii („Tab. phyc.“ I. Band, Tab. 5.). Andere Arten, wie Protococcus nivalis und pluvialis haben einen noch mannigfaltigern Generationswechsel, indem ausser ruhenden Gonidien sich nach Umständen auch schwärmende erzeugen, welche bewimpert sind und Gestalten zeigen, wodurch sie Infusorien ähnlich sehen [10]). Ausserdem entwickeln manche Proto-

coccusarten auch noch Generationen, welche den Samensporen anderer Algen durchaus gleichen. Sie haben nicht, wie die andern Sporen, einen grünen Inhalt, sondern einen braungefärbten öligen, ihre Membran ist dauerhaft und dick, und diese Eigenschaften machen sie geschickt, jeder Temperatur und allen Witterungsverhältnissen zu trotzen. Die weitere Entwickelung derselben habe ich jedoch noch nicht beobachtet.

§. 586.

Bei Botrydium entwickelt sich der grüne Inhalt der grossen Uteruszelle ebenfalls im Innern zu einer sehr grossen Anzahl von Gonidien, welche gleichzeitig geboren werden und nach der Geburt sogleich wieder Wurzeln schlagen, die sich in die Erde versenken, während der oberirdische Theil zur Blase aufschwillt. Unter Umständen wächst jedoch der oberirdische Theil solcher Gonidien von Botrydium argillaceum zu einer Vaucherienzelle mit Spitzenwachsthum aus, welche sich verzweigt und nun Vaucheriensporen erzeugt. Diese Form ist den Algologen als Vaucheria Dillwynii bekannt. Die Vaucherienzelle entwickelt ihre Keime aber auf ganz andere Weise, als jene Botrydiumform. Sie sind zweierlei, oder, wenn man will, dreierlei Art. Die eine ist ein ruhendes Gonidium, die zweite ein schwärmendes, die dritte eine Samenspore. Die beiden Arten der Gonidien entwickeln sich auf gleiche Weise aus der Spitze des Vaucherienschlauches. Hier bildet sich nämlich eine Mutterzelle um den flüssigen grünen Zelleninhalt, welcher sich nicht theilt, sondern ein einziges grosses Gonidium (Macrogonidium) darstellt, das von dem Vaucherienschlauche langsam geboren wird (Vergl. I. Band, p. 244, Vaucheria clavata). Der Vaucherienkörper wird dabei mehrzellig und fährt fort, diese Keime nach einander zu entwickeln und zu gebären, ohne selbst dadurch sich aufzulösen wie der Botrydiumkörper, der nur einmal sich fortpflanzen kann und dann stirbt, weil er selbst Gebärmutterzelle ist. Die gebärenden Spitzen bei Vaucheria gehören zu den primären Zweigen eines Hauptstammes. Die schwärmenden Gonidien besitzen noch ein besonderes Wimperepithelium, was den ruhenden Gonidien fehlt (Vergl. I. Band, p. 295). Die Samenspore entwickelt sich in der Spitze eines kleinen secundären Zweiges; ihre Stellung ist daher eine laterale an den primären Zweigen. Sie hat mehr einen festen compacten schwarzbraunen Inhalt und ist mit einer dicken Haut bekleidet. (Vergl. I. Band, p. 248.) Nach ihrer Reife und Trennung wächst die Mutterpflanze ebenfalls fort. Aehnlich verhält es sich bei Bryopsis, wo die schwärmenden Gonidien zuerst

von *J. Agarth* und die Samensporen von *Meneghini* beobachtet wurden. Von Caulerpa sind weder wahre Gonidien, noch Samensporen bekannt. Die Entwickelung von Schösslingen (verlängerte Sprossen) soll weiter unten Erwähnung finden.

§. 587.

Botryocystis entwickelt, wie Botrydium, mehrere Gonidien gleichzeitig, aber es sind Macrogonidien, und eine grosse Mutterzelle schliesst bisweilen zwei auf einander folgende Generationen ein. („Tab. phycol." I. Tab. 9. 10.)

Pediastrum, eine Desmidieengattung, besitzt einen mehrzelligen flachen Algenkörper, bei welchem jede Zelle successiv zur Gebärmutterzelle wird, indem sich eine Jungmutterzelle um ihren grünen Inhalt entwickelt, welcher sich in eine bestimmte Anzahl von Zellenkernen theilt, die zu gonimischen Tochterzellen werden. Diese Sporenmutterzelle wird mit ihrem Inhalte geboren und dieser, anfangs beweglich, ordnet sich und wächst zu einem regelmässigen mehrzelligen jungen Individuum aus, worauf die Jungmutterzelle sich auflöst. (Vergl. *A. Braun*, „Betrachtungen über die Erscheinung der Verjüngung in der Natur". Leipzig, 1851. p. 352.)

Bei Hydrodictyon sind die länglichen Zellen zu einem netzartigen vielzelligen Algenkörper verwachsen. Aber die einen Zellen bringen Antheridien, welche den Microgonidien ähneln, die andern Macrogonidien hervor. Die Antheridien (welche *A. Braun* Microgonidien nennt) schwärmen aus; sie sind kleiner, länglich, mit einem rothen (Erythrophyll?) Bläschen und vier langen Flimmerfäden versehen; sie keimen nicht, sondern setzen sich nach dreistündigem Schwärmen zur Ruhe, werden zu Protococcus-artigen Kugeln und sterben ab. (*A. Braun* a. a. O. 147.) Die Gonidien dagegen bleiben in ihrer Gebärmutterzelle zurück, besitzen kurze Zeit eine zitternde Bewegung, ordnen und verbinden sich hier zu einem vielzelligen Tochternetze, das mit der Auflösung der Mutterzelle frei wird und nun ohne Umhüllung fortvegetirt.

Die drei letztgenannten Pflanzen sind daher vielzellige Pflanzen mit coätaner Gliederbildung, nur mit dem Unterschiede, dass bei Botryocystis die Glieder niemals verwachsen und daher nur durch die Mutterzelle — welche hier zugleich die Bedeutung der Cuticula hat — zusammengehalten werden, während die Jungmutterzelle bei Pediastrum und die Altmutterzelle bei Hydrodictyon die Bedeutung einer Cuticula nur bis zur Verwachsung der Glieder der jungen Pflanze haben. Die Jungmutterzelle scheint bei Hydrodictyon zu fehlen, wenigstens wird sie nicht mit geboren.

Alle Individuen besitzen schon bei ihrer Geburt die ihnen zukommende und individuell bestimmte Gliederzahl, daher das fernere Wachsthum der jungen Pflanzen nur in der Ausdehnung, nicht in der Vermehrung ihrer Glieder besteht. So wie aber die Vermehrung der Glieder — die hier durch Theilung des Zelleninhaltes (wenigstens bei Botryocystis und Pediastrum) successiv stattfindet — vor sich geht, tritt der Fortpflanzungsprocess ein. Diese Algen liefern das im ganzen Pflanzenreiche vielleicht einzige Beispiel, dass vollgliederige Embryonen von einer Mutterzelle geboren werden. Man kann sie daher als die einzigen lebendiggebärenden Pflanzen ansehen, deren Gonidien nicht als Individuen, sondern als Glieder eines Individuums geboren werden. Wir haben hier an den Gonidien ein schlagendes Beispiel, dass Bildungen, die morphologisch sich gleichen, doch physiologisch verschieden sein können.

§. 588.

Die Gattung Ulothrix bildet Reihen von an Zahl unbestimmten Gliedern. Alle Glieder sind gleichwerthig und entwickeln (vielleicht mit Ausnahme des Wurzelgliedes) je 4—6 Gonidien. Aber diese Gonidien sind theils schwärmende, theils ruhende; jene besitzen einen rothen Punkt in ihrem grünen Zelleninhalt und Flimmerfäden, diese nicht; jene werden von ihrer Mutterzelle geboren und entwickeln sich ausserhalb derselben; diese keimen aber schon innerhalb der Mutterzelle und brechen keimend aus derselben hervor. (Vergl. „Phycol. gener." Tab. 80. und I. Band dieses Buches Taf. 14. Fig. 4.) Ruhende Gonidien, die noch in ihrer Mutterzelle auswachsen, kommen auch bei Schizomeris (I. Band Tab. 14. Fig. 5. e.) vor. *Vaucher* hatte auf diese Erscheinung seine Gattung Prolifera zum Theil gegründet. („Hist. des Conf. d'eau douce." Pl. I. Fig. 6.). — Die schwärmenden Gonidien haben hier, so wie bei allen folgenden Algen, individuelle Bedeutung, sie sind daher einzellige (eiähnliche) Embryonen, die sich erst ausserhalb des Mutterleibes entwickeln. Ulothrix hat, wie alle folgenden Algen, nach der Geburt einen einzelligen Anfang.

Cladophora entwickelt nur in ihren Endgliedern Gonidien, welche schwärmen, einen seitlichen rothen Punkt und 2—4 Flimmerfäden haben. Sie brechen jedesmal seitwärts am obern Ende aus ihrer Mutterzelle hervor, jede einzeln, aber schnell hintereinander und die dadurch entstandene Oeffnung ist in der Zelle noch hinterher sichtbar. (Vergl. die Abbildung im ersten Bande, Tab. 15. Fig. 2.)

Die Samensporen (?) welche bei Cladophora vorkommen, entwickeln sich in den untern Gliedern eines Hauptastes. Sie ent-

halten viel Stärkmehl und bilden sehr aufgetriebene, dicke Zellen, die mit einander verbunden bleiben. Man könnte füglich auch einen solchen Zellenfaden, einen Knollenfaden nennen, wie man auch bei höhern Pflanzen von Knollenstämmen u. s. w. spricht. Dieser Knollenfaden bildet sich im Herbst und überwintert im Schlamm. Im Frühjahr schlägt jedes verknollte Glied mit einem jungen Spross aus. Auf solche Weise bilden sich die formae proliferae der Cladophoren.

Bei Oedogonium sind es Microgonidien, die sich innerhalb der Zelle continuirlich erzeugen und in einer bestimmten Bewegungssphäre sich herumtummeln. Sie treten einzeln und in ziemlich langen Zwischenräumen hervor, schwärmen sehr vereinzelt umher, setzen sich dann irgendwo fest und entwickeln sich zu einfachen Zellenreihen. Nur nach und nach leeren sich die Glieder. Andere Glieder desselben Individuums entwickeln Samensporen, wodurch sie kugelig aufgetrieben werden. Die Samensporen überwintern im Schlamme und entwickeln sich erst im Frühjahr, nachdem sie ihre Sporenhaut verloren haben. Solche keimende Sporen von Oedogonium capillare habe ich in der „Phycologia generalis", Tab 12. II. 4—10. abgebildet. Junge Individuen von Oedogonium vesicatum aus Schwärmgonidien entwickelt, sind ebendaselbst Tab. 10. Fig. I. 1. abgebildet [11]).

§. 589.

Zu den Algen, welche ihre Samensporen durch Copulation zweier Zellen bilden, gehören Palmogloea, die Desmidieen und Zygnemeen. Die Sporenbildung von Palmogloea ist von *A. Braun* (a. a. O.), die der Desmidieen von *J. Ralfs* („The british Desmidieae.") beschrieben und abgebildet worden. Wegen Zygnema verweise ich auf den ersten Band dieses Buches, p. 298. Tab. 17. Fig. 6. 7. 8. — Aber ich muss hier noch bemerken, dass bei den Zygnemeen die Copulation gar nicht nöthig zur Sporenbildung ist, weil sich auch Sporen in Gliedern erzeugen, die gar nicht copulirt sind. Ferner ist hier noch zu erwähnen, dass bei Zygnema stellinum die beiden grünen Sternchen, welche den Zelleninhalt bilden, bisweilen zusammenfliessen und die vereinigte Sporenmasse sich dann in vier Theile sondert, welche zu ruhenden Gonidien sich ausbilden. Auch Thwaitesia bringt in ihren Gliedern je vier Gonidien hervor; sie ist vielleicht auch nur ein Gonidien erzeugendes Zygnema stellinum. Die von *Naegeli* („Algensyst." p. 175.) als „unzweifelhaft" erschlossene Copulation der Sporenäste mit den sie begleitenden sterilen Aestchen bei Vaucheria bedarf noch weiterer Prüfung.

§. 590.

Bei Ectocarpus ist es die Endzelle eines Zweiges, bei Ulva eine unbestimmte Zelle aus der ganzen Zellenfläche, welche sich zur Spore entwickelt. (Taf. 19. Fig. 2. a. — 4. b.)

Bei den höher entwickelten Algen bemerkt man am deutlichsten, dass die Samensporen immer aus den äussersten Zellen des Rindengewebes, welches sich zu dem des Markgewebes wie ein Blattorgan zu dem Stengelorgan verhält, sich bilden.

Was ihre Stellung (Sporenstand) anlangt, so wird entweder die ganze äussere Fläche des Körpers von Sporenzellen bedeckt (Chorda), oder die Sporen bilden sich einzeln oder auch haufenweise zerstreut in der äussersten Schicht (Dictyota, Halyseris), oder sie bilden Gürtel (Zonaria). Bei den Angiospermeen sind die Sporenhaufen durch eine Einstülpung der sporenzeugenden Zellschicht versteckt und in eine Vertiefung eingeschlossen; diese bildet dadurch einen nach aussen geöffneten Sporenbehälter (sporangium, angiocarpium). Man kann sie mit einer Feige vergleichen. Diese Sporenbehälter sind oft wieder an irgend einer Stelle (meist in der Spitze) des Algenkörpers zusammengedrängt und bilden einen Sporenfruchtkörper (carpoma, receptaculum), z. B. bei Fucus (Tab. 19. Fig. 6.) oder sie sind auf Blattorgane angewiesen, z. B. bei den Sargasseen. Der zusammengesetzte Sporenstand dieser Algen gleicht dem zusammengesetzten Blumenstande der Euphorbien, Compositen und Gräser. Fast immer sind die Samensporen der höhern isocarpischen Algen von sogenannten Nebenfäden (paranemata) begleitet (Taf. 19. Fig. 6. c.). Man kann sie den Vorblättern (Spreublättchen) der Phanerogamenblüthe vergleichen. Die Fasergrübchen (crypsostomata) sind sterile Sporenstände, die nur Nebenfäden entwickeln und den sterilen Aehrchen bei Cynosurus gleichen.

Gonidien kommen bei den genannten Algen nicht vor.

§. 591.

Die Heterocarpeen (Florideen) entwickeln dagegen Gonidien und Samensporen. Jene bilden sich aus den Zellen der innersten Axenschicht, und die Gonidienhaufen sind dann von der äussern Rindenschicht umgeben; die Samensporen entwickeln sich dagegen immer aus der äussersten Zellenschicht und werden bei ihrer fernern Entwickelung entweder nach aussen oder nach innen gedrängt. Sie entwickeln sich, wie der Pollen der Phanerogamen, in einer Mutterzelle durch Theilung des Zellenkernes und sind meist zu vier beisammen, weshalb ich sie auch in meinen algologischen Schrif-

ten als „Vierlingsfrüchte" bezeichnet habe (Taf. 19. Fig. 9. b.). Die Gonidienhaufen bilden mit den sie einhüllenden Theilen die „Kapselfrucht" (Taf. 19. Fig. 8.). Wo sich der Algenkörper deutlich in Stengel und Blatt gliedert, entwickeln sich beide Formen in den Blattorganen, aber immer so, dass die Sporen aus den äussern Zellen, die Gonidien aus den innern Zellen entstehen. Die Gonidien der Heterocarpeen schwärmen niemals.

§. 592.

b) Der Spross.

Unter den einzelligen Algen sind vielleicht nur Valonia und Caulerpa fähig Sprossen zu bilden (Caulerpa prolifera). Die proliferirenden Individuen werden dadurch, weil das Mutterglied mit seinen Tochtergliedern lange in lebendiger Verbindung bleibt, ästig und mehrzellig. Diese Verbindungen können als Algenstöcke bezeichnet werden.

Solche Algenstöcke finden wir noch bei vielen Algen und zwar theils als eine normale (Phyllophora, Hypoglossum), theils als eine abnorme Erscheinung (Cladophora, Enteromorpha, Ceramium, Delesseria, Fucus). Sehr interessant ist die Entwickelung der Sprossen in den sterilen Sporenständen bei Fucus vesiculosus durch Verwachsung der Nebenfäden (cryptonemata), welche ich in meiner „Phycologia generalis" Taf. 36. abgebildet habe. Dieser Umstand beweist gleichfalls die nähere Beziehung dieser Organe zu den fertilen Sporenständen. Man könnte in Hinblick auf die erwähnte Prolification, die Nebenfäden auch als frei geborene, unverbundene Fucusglieder betrachten, die eben wegen ihrer Freigeburt — wie die Microgonidien *Braun's* bei Hydrodictyon — nicht zur Entwickelung kommen können, weil ihre Entwickelung an ihre Verbindung (wie bei Hydrodictyon und Pediastrum) geknüpft ist.

§. 593.

c) Die Antheridien.

Wir fassen unter dieser Benennung zunächst alle diejenigen Erscheinungen zusammen, welche durch ihre Entwickelungs- und Stellungsverhältnisse einen Platz neben den Fortpflanzungsorganen der Algen einnehmen, ohne jedoch die Fähigkeit zu besitzen sich selbständig zu entwickeln, wie die Sporen und Gonidien. Darum vergleichen wir sie auch mit den sterilen Fortpflanzungsorganen der Phanerogamen, welche man „Staminodien" nennt. Manche von ihnen schwärmen, andere nicht.

§. 594.

Antheridien, welche schwärmen, kommen vor bei Hydrodictyon, Chara und den Fuceen. Bei Hydrodictyon sind es einzelne Zellen, welche aus einer gewöhnlichen Mutterzelle hervorbrechen; bei den Characeen bilden die Antheridien einen complicirten kugelförmigen Körper, welcher unter den Deckblättern der Samenspore sich befindet, mit einer aus sternförmig eingeschnittenen Zellen bestehenden Rindenschicht bedeckt ist und inwendig viele farblose, gegliederte schleimige Fäden enthält, in deren Zellen sich noch eine schleimige Spiralfaserzelle entwickelt. Der Spiralfaden kommt (jedoch nicht immer) in Bewegung, tritt aus seinen Hüllen heraus und schwärmt drehend herum. (Vergl. I. Bd. p. 297.) Bei den Fuceen finden sich die Antheridien zwischen den Nebenfäden in den Sporenbehältern. Manche dieser Behälter entwickeln sogar nur Antheridien und werden dadurch zu Antheridienständen. Die Antheridien sitzen hier auf verzweigten Stielchen und bestehen aus einer grössern blasigen Zelle, welche zur Mutterzelle für ausschwärmende Tochterzellen wird. (Vergl. *Decaisne* und *Thuret* in den „Ann. des scienc. nat." 1845. und meine „Phycol. gener." Tab. 38. und 34.)

§. 595.

Ruhende Antheridien finden sich bei Ectocarpus (Taf. 19. Fig. 3. b.), Mesogloea, Cutleria, Polysiphonia (Taf. 19. Fig. 7. a.), Laurencia und vielen andern höhern Algen. Sie bestehen ebenfalls aus einer (oft gestielten) Mutterzelle, welche eine Anzahl meist geordneter Tochterzellen enthält. Sie treten bei Laurencia in kapselähnlichen Umhüllungen auf, welche mit der Gonidien haltenden Kapselfrucht Aehnlichkeit haben, daher ich sie hier für verkümmerte Gonidien halte. [Vergl. „Phycol. gener." Tab. 12. III. 2. b. — Tab. 27. I. 2. a. — Tab. 25. II. 3. 4.] [12]).

Zweites Capitel.

Die Pilze. (Fungi.)

§. 596.

Die Pilze, obschon sie sich auch durch Sporen fortpflanzen, werden schon seit uralter Zeit als ein Product der Fäulniss angesehen. Fäulniss aber ist nach jetzigen physiologischen Begriffen ein

Act, wonach organische Körper sowol eine morphologische als chemische Umwandlung erfahren, so, dass das eigentliche specifische und individuelle Leben des faulenden Körpers keinen andern Einfluss auf die daraus entstehenden neuen Gebilde ausübt, als welcher durch die chemische Veränderung bedingt wird. Geht nun mit einer Gelinzelle keine andere chemische Veränderung vor, als dass ihre Substanz in Bassorin (§. 404.) verwandelt wird, so ist damit eine wesentliche Grundlage für die Pilzbildung gegeben, weil die Membran der Pilzzellen durchweg aus Bassorin besteht. Die faulende Zelle kann aber dann nicht als Mutter der neuen Bildung betrachtet werden, denn sie hat sie nicht als lebende Mutter gezeugt und ernährt, sondern sie hat nur, als sie organisch-todt war, die chemischen Elemente zu der Pilzbildung geliefert. In dieser Weise hat sie aber nur höchstens als mütterliche Substanz (matrix) Bedeutung. Man kann daher die Pilzbildung durch Fäulniss der Phanerogamenzellen auch keinen abnormen Zellenbildungsprocess nennen, weil ein solcher nur auf die morphologischen (nicht zugleich chemischen) Veränderungen Bezug hat, sondern es hat hier die Zellenbildung, hinsichtlich des morphologischen Actes eine durchaus primitive Bedeutung.

Einen solchen primitiven Werth hat nun sicher die von mir im ersten Bande (p. 204 fg.) mitgetheilte Bildung des Pflaumengummi; — vielleicht aber auch die Entstehung der Uredo candida (ebendas. p. 235.) und der Hefe (p. 231.).

Dagegen halte ich diejenigen Gebilde, welche *Karsten* („Botanische Zeitung“ 1849. p. 361.) beschrieben hat, ebenfalls für abnorme Entwickelungen von Mutterzellen, ohne jedoch für die Systematik dieselben Consequenzen, wie *Karsten*, zu ziehen. Denn einmal wird und muss der systematische Begriff von Species jetzt auf eine ganz andere Weise begründet werden, als zu *Linné's* Zeiten, weil der physiologische Standpunkt — der hierbei massgebend ist — heute ein ganz anderer, höherer, bedeutungsvollerer ist, als damals; das anderemal ist das gar kein Grund, den veränderlichen niedern Pilzformen den systematischen Werth abzusprechen, weil sie „Erzeugnisse rein physikalischer Verhältnisse“ sind; denn legen wir hierbei den engern physikalischen Maassstab an, so ist diese Behauptung nicht richtig, legen wir aber den weitern an, so passt die selbe Behauptung eben so auf jede andere Pflanze; endlich haben wir damit, dass wir diese Formen aus dem System verweisen, gar Nichts gewonnen; denn die Formen sind doch da; sie haben aber, weil sie da sind, ihren morphologischen und somit ihren individuellen, folglich auch ihren specifischen und systemati-

schen Werth. Dass dieser Werth ein anderer ist, als bei den Phanerogamen, daran ist eben ihre Besonderheit Schuld, welche zu erforschen Aufgabe der Wissenschaft ist.

§. 597.

Die niedersten Pilzformen treten uns als einzellige oder wenigzellige Individuen entgegen, welche lose neben einander liegen. Es gehört zu ihnen die schon erwähnte Uredo candida, welche hier als Repräsentant gelten mag. Als weiter entwickelte Form wollen wir die Tubercularia vulgaris betrachten. (Vergl. Tab. 19. Fig. 12.) Der Pilzkörper ist hier ziemlich zusammengesetzt. Sein unterer Theil, der Stiel (stipes) ist verhältnissmässig dick und besteht aus sehr feinen dicht verworrenen und undeutlich erkennbaren Fasern, welche durch ihre schleimige Beschaffenheit an einander haften; oben erweitert sich derselbe zu einer convexen Sporenscheibe, auf welcher dicht an einander, aber unverwachsen, die sporentragenden Fasern entspringen, welche gegliedert sind und eine radiale Stellung einnehmen. Die Sporen sind einfache Zellen; sie haben vielleicht nur die Bedeutung der Gonidien und entwickeln sich auf folgende Weise. Die cylindrischen Zellen des Fadens schieben an ihrem obern Ende seitwärts eine Verlängerung (Aussackung) hervor, die sich bald als eigene laterale Zelle gestaltet, sich verlängert und dann durch Quertheilung in ein zweigliederiges Aestchen verwandelt; das oberste Glied erweitert sich zur länglich-eiförmigen Spore und fällt dann ab. (Fig. c. d.)

§. 598.

Die Entwickelung der schimmelartigen Fadenpilze kann man am besten an der Hefe beobachten. Wenn man eine gährende Flüssigkeit, z. B. Branntweinsmaische, in einer Tasse stehen lässt, so sammelt sich ein Theil der Hefezellen oben auf und vereinigt sich zu verästelten kettenförmigen Zellenreihen, deren Verbindung anfangs noch sehr lose, bald aber inniger ist. Dann verlängern sich die rundlichen und eiförmigen Hefezellen zu cylindrischen Gliedern, welche immer länger werden und sich theilen, so dass sie zuletzt ein feines, zartes Gewebe von Schimmelfäden darstellen, wovon einzelne Glieder am Ende sich zu grössern kugelförmigen Mutterzellen erweitern, in welchen sich eine grosse Menge loser Tochterzellen entwickelt, die zuletzt die Mutterzelle sprengen und als Sporen sich ausstreuen. Wenn diese Sporen sich entwickeln, so vergrössern sie sich in die Länge in zwei entgegengesetzten Richtungen, wovon das eine Ende der Wurzel, das andere dem Stengel entspricht. Bei

allen diesen Schimmelbildungen haben wir die niederliegenden Fäden von den aufrechten zu unterscheiden; jene sind dem Rhizom, diese dem Blüthenstengel zu vergleichen; die letztern sind Sporenstände.

§. 599.

Die Botrytisarten dagegen entwickeln ihre Sporen auf die Weise, dass der Sporenstengel sich, meist dichotomisch, verzweigt, dass die Enden dieser verdünnten Zweige kugelig anschwellen, sich zur Sporenzelle entwickeln und dann abfallen. Die dichotomische Verzweigung ist selbst da vorhanden, wo sie durch spätere ungleiche Entwickelung der getrennten Nebenglieder ganz verwischt wird. Wo die sporentragenden Zweige sehr kurz bleiben, da drängen sich die Sporen zu Köpfchen und Knäueln dicht zusammen, z. B. Botrytis polysperma. Taf. 19. Fig. 11.

Was übrigens den Bau der Sporen betrifft, so habe ich bei der einen Botrytis, welche ich Taf. 19. Fig. 10. abgebildet habe, mich durch Anwendung von Jodintinctur und Schwefelsäure überzeugt, dass allerdings auch hier eine doppelte Hülle vorhanden ist, wovon die Mutterzelle die äussere bildet, wie *Schleiden* („Grundzüge" II. p. 36.) ganz richtig angibt.

§. 600.

Die betrachteten Pilzformen gehören zu den einfachsten, da ihr Thallus aus einfachen Zellenreihen besteht. Die höhern Formen beginnen nun zwar auf dieselbe Weise; sie entwickeln ebenfalls zuerst gegliederte oder ungegliederte Fäden, welche meist farblos, sehr zart und vergänglich sind und sich unter einander mehr oder weniger, dichter oder lockerer, verflechten. Sie breiten sich dabei entweder in horizontaler Lage aus und bilden ein Unterlager (hyphasma, hyphopodium, mycelium), welches centrifugales Wachsthum zeigt, oder sie bilden eine strahlige Anordnung. Aus diesen Vorgebilden erheben sich nun an einer oder an mehreren Stellen die Sporen erzeugenden Fäden, welche aufsteigen und sich dicht neben einander legen oder, sich durchwebend, zu einem Sporenstande (Pilzinflorescenz) ausbilden. Dieser Sporenstand wird gewöhnlich als einziger Pilzkörper betrachtet, weil er der grössere und auffallendere Theil ist, während der eigentliche Thallus, nicht selten, unter der Erde (wie ein Rhizom) versteckt, einer oberflächlichen Betrachtung entgeht. Das Pilzgewebe entwickelt nie eine Cuticula über den Thallus, oder Sporenstand.

§. 601.

Der Sporenstand entwickelt sich nun auf folgende Weise:

a) Bei den Clavarien (Taf. 19. Fig. 14.) erhebt sich ein stengelartiger Körper, dessen jüngste Theile in der Spitze sich befinden; er ist einfach, keulenförmig, oder mehr oder weniger verästelt mit verdünnten Spitzen. Das Innere des ganzen Körpers ist mit verschlungenen Fasern durchzogen; ein Theil (die Zweige?) dieser Fasern biegt sich nach aussen, endet hier mit einer kleinen sackartigen Erweiterung, welche an ihrem stumpfen Ende in vier dünne hohle Spitzchen auswächst, die sich am Ende zu einer länglichen Spore entwickeln, wobei die Mutterzelle als äusserste Sporenhaut dient. Die runden Kügelchen, welche man in den Sporen wahrnimmt, sind Oeltröpfchen. (Taf. 19. Fig. 14. b. c.)

Die eigenthümliche äussere Schicht, welche die sporenzeugenden schlauchartigen Enden des Fasergewebes auf der ganzen Oberfläche des Sporenstengels bilden, wird das Hymenium genannt.

§. 602.

b) Bei mehreren Arten von Thelephora entwickelt sich der Sporenkörper in Form einer platten Scheibe, unmittelbar aus dem Mycelium und, wie dieses, centrifugal. Das Mycelium besteht aus strahlig geordneten Fasern, von welchen die äussersten sich niederlegen, die innersten aber aufrecht stehen und sich zu dem Hymenium ausbilden, indem die Fasern über und neben einander verwachsen. Dieser Sporenkörper entwickelt sich nun flächenförmig weiter, und auf einem Durchschnitt, den man radial von der Peripherie nach der Mitte führt, sieht man, dass die äussern Fasern (der obern und untern Seite) die kürzern, die innersten die längern sind; darum bilden diese den Rand und jene die obere und untere Fläche. Von den äussern Fasern wenden diejenigen, welche oben enden, ihre Spitzen gekrümmt nach oben, während die untern sich nach unten biegen und der untern Seite ein haariges Ansehen geben. Die Enden der obern Fasern aber bilden das Hymenium, dessen Sporen sich eben so als „Tetraden" entwickeln, wie bei Clavaria. Alle Fasern sind ungegliedert und stellen continuirliche Röhren dar. (Vergl. *Schmitz*, „über Thelephora hirsuta". Linnaea 1843. p. 417.)

§. 603.

c) Bei den sogenannten Hut-Pilzen, wozu viele Arten von Agaricus, Boletus, Hydnum u. s. w. gehören, entwickelt sich der Sporenkörper hutförmig auf einem besondern Stiel (stipes). Der

hutförmige Theil, der auch schlechtweg Hut (pileus) genannt wird, entwickelt (in der Regel auf der untern Seite) einen besondern Träger des Hymeniums. Dieser Träger besteht immer aus Erhabenheiten, welche bei Agaricus strahlenförmig geordnete Lamellen, bei Hydnum weiche Spitzen, bei Boletus eine durchlöcherte Schicht darstellen. Dieser Träger ist mit dem Hymenium bekleidet, welches sich auf ähnliche Weise, wie bei Clavaria, aus den Faserenden des Trägers erzeugt. Nur gliedert sich hier meist die Hymenialschicht durch eine Formänderung der Zellen so von der folgenden innern ab, dass man den unmittelbaren Zusammenhang leicht übersehen kann[13]). Die Sporen entwickeln sich als „Tetraden" ähnlich denen bei Clavaria und Thelephora.

Das Hymenium wird bei vielen Agaricusarten in der Jugend mit einer oft sehr zarten schleierartigen Hülle (velum partiale) überdeckt, welche sich zwischen dem Hutrande und dem Stiele ausspannt. Im spätern Alter trennt sich diese Hülle entweder vom Stiele und bleibt am Hutrande als Franze (cortina) hängen, oder sie reisst vom Hute ab und umgibt den Stiel als Ring (annulus). Bei den Arten der Gattung Amanita ist in der Jugend fast der ganze Pilz von einer Hülle (velum universale) umgeben.

Der Stiel dieser Hutpilze besteht aus longitudinalen Fasern, welche jedoch im Hute sich mehr oder weniger dicht verflechten. Bei den fleischigen Agaricusarten kommen netzförmige Vertheilungen dieser Fasern vor, von wo aus sich Verzweigungen derselben nach hohlen Räumen erstrecken, in welchen die Endzellen dieser Zweige blasig aufschwellen. Auch finden sich derbere, dickhäutige, verästelte, langgestreckte Zellen dazwischen, welche ich den Milchzellen der Euphorbiaceen vergleiche. Manche Hutpilze sind auch milchführend. Die Milch scheidet sich anfangs, wie bei den Phanerogamen, in Intercellulargängen aus, welche durch sie erweitert werden. Bei den meisten ist das Leben so kurz, dass sich um diesen milchigen Zellenkern eine Zellenhaut nicht bilden kann; bei einigen Arten habe ich jedoch die Milchzellen nachgewiesen. (Siehe I. Band, p. 247.)

§. 604.

d) Bei den Bauchpilzen erzeugt sich der Sporenkörper in der Form einer Kugel, die bisweilen sich unten noch stielartig verdünnt. Das Gewebe dieser Kugel gliedert sich in seinem Innern auf verschiedene Weise. Der mittlere Theil bildet nämlich ein grosszelliges, aus Pilzfasern bestehendes Geflecht, welches auf dem Durchschnitt netzförmig erscheint. Von den Fasern gehen Zweige

in die hohlen Räume, die sich noch weiter theilen und deren Enden blasig anschwellen. Diese blasigen Endzellen gliedern sich ab und entwickeln in ihrem Innern eine oder mehrere wahre Samensporen mit einer derben Proteïnhülle. Ihre Entwickelung bei der schwarzen Trüffel habe ich schon im ersten Bande p. 236 beschrieben. Ich habe aber ihre Bildung auch noch bei Elaphomyces granulatus (Siehe Taf. 19. Fig. 13.) beobachtet. Auch hier scheint die blasige Endzelle selbst die Mutterzelle zu sein, in welcher sich die Proteïnzelle als Tochterzelle erzeugt (Fig. c.). Es entsteht aber immer nur eine solche Tochterzelle, deren erhärtete Strömchen kleine Warzen auf der Oberfläche bilden. Ist die Spore nun ausgebildet, dann zerfliesst die Mutterzelle zu Schleim, in welchem die Sporen während dieser Periode eingebettet liegen (Fig. d.). Endlich vertrocknet der Schleim und die Fasern des innern Gewebes, und die Sporen liegen dann als dunkelbraunes oder schwarzes Pulver zwischen den vertrockneten Fasern. Während dieses Vorgangs im Innern bilden sich die äussern Faserschichten zu einer einfachen oder doppelten allgemeinen Hülle aus. Ist das letztere der Fall, so spaltet sich die äussere Hülle von oben nach unten in blattähnliche Theile, welche sich auseinander biegen, wie die Blätter einer Blumenkrone (Geastrum); die innere Hülle aber zerreisst in der Spitze und die Samensporen werden ausgestreut. Die Trüffeln öffnen indessen ihre allgemeine Hülle, welche einfach ist, nicht in dieser Weise und ihre Sporen scheinen erst dann auszutreten, wenn die allgemeine Hülle verfault ist. Sehr vergänglich dagegen ist die allgemeine, ebenfalls einfache, Hülle (peridium) bei Trichia, Arcyria, Stemonitis und deren Verwandten; sie zerfliesst, während sich die Sporen entwickeln. Diese zerstreuen sich und lassen dann das innere Geflecht (capillitium), welches dauerhaft und elastisch ist, zurück. In dem Geflecht der Trichien hat man Spiralfasern gefunden, welche den sogenannten Elateren der Lebermoose ähnlich sind. (Vergl. *v. Schlechtendal* in der „Bot. Zeit." 1844. Sp. 369.)

§. 605.

e) Die Mützen-, Scheiben- und Kern-Pilze (Taf. 20. Fig. 1. 2.) endlich zeichnen sich von den vorhergehenden dadurch aus, dass ihre Sporen sich in länglichen schlauchförmigen Mutterzellen (die man Schläuche, asci, nennt) entwickeln und hier meist zu acht in einer Längsreihe (wenigstens in der Jugend) gestellt sind [14]). (Fig. 1. c. — 2. d.) Diese Art der Sporenbildung wird auch bei den Flechten angetroffen und deshalb werden auch die genannten

Pilze von *Schleiden* zu den Flechten gezogen. Aber der Umstand, dass auch Bauchpilze (wenigstens die Trüffeln) ihre Sporen mehrzählig in Mutterzellen entwickeln, welche Erscheinung *Schleiden* unbekannt war, ferner die Anwesenheit eines Myceliums, woraus sich die Sporenkörper der Sphaerien, Pezizen, Helvellen u. s. w. entwickeln, veranlasst mich, diese Gewächse bei den Pilzen zu erwähnen. Ich betrachte sie jedoch als ein verbindendes Glied zwischen Pilzen und Flechten und ich sehe in ihnen nur einen Beweis, dass hier, wie überall, die Natur keinen Sprung macht, daher nirgends discrete, sondern unmittelbar verknüpfte, in einander übergreifende Ordnungen erzeugt.

Wir unterscheiden auch hier eine besondere, die Sporenschläuche erzeugende und enthaltende Zellenschicht (Hymenium), dann den Sporenstand, welcher bald einfach, bald zusammengesetzt ist.

Bei Geoglossum (Taf. 20. Fig. 1. a. b.) bildet er eine gestielte Keule, welche äusserlich von dem Hymenium bedeckt ist.

Bei Leotia ist derselbe hutförmig und ebenfalls gestielt.

Bei Peziza (Taf. 20. Fig. 2. a. b. c.) bildet er einen mehr oder weniger gestielten Kelch, der sich späterhin zu einer flachen, vertieften oder faltigen Scheibe, die das Hymenium trägt, entwickelt.

Bei den Helvellen und Morcheln ist der Hymenialkörper ebenfalls gestielt und er ähnelt einer unregelmässig gefalteten, oder netzförmig geaderten Mütze, welche aussen mit dem Hymenium überzogen ist.

Bei den Sphärien dagegen entwickelt sich das Hymenium in einer Höhle, welche zu einem Sporenbehälter wird, dessen äusseres einhüllendes Fasergewebe den Namen „perithecium" erhalten hat. Das Perithecium gleicht ganz dem Sporenbehälter (angiocarpium) bei Fucus (§. 590.) und wie hier kommen auch bei den Sphaerien zusammengesetzte Sporenstände vor, welche bald flach ausgebreitet, oder hemisphärisch, keulenförmig, fadenförmig, ästig u. s. w. sind (Hypoxylon, Thamnomyces).

§. 606.

Auch die Nebenfäden, welche bei Fucus und andern Algen in den Sporenständen vorhanden sind, kommen bei den Pilzen in ähnlicher Weise vor. Man hat sie hier Paraphysen (Nebenschläuche) genannt. Sie wechseln in dem Sporenstande entweder mit den Sporenschläuchen ab, oder entwickeln sich auch allein, wodurch ein steriler Sporenstand (eigentlich Paraphysenstand) entsteht. Solche Paraphysenstände sind nicht selten bei Sphaeria, Morchella, Peziza, und man untersucht solche sterilen Formen vergebens nach

Sporen [15]). Bei manchen Formen, z. B. Leotia lubrica, werden alle Zellen des Hymeniums in sporenzeugende Schläuche verwandelt, so dass hier die Paraphysen fehlen (Phöbus). In der Structur des übrigen Körpers weichen diese Pilze nicht von den andern ab.

§. 607.

Dass sich pilzartige Formen auch im Wasser bilden und dadurch sich den Algen sehr anschliessen, beweist die von mir aufgestellte Gruppe der Mycophyceae. („Spec. Algar." p. 145.) Ob diese Bildungen zu den Algen oder Pilzen gehören, darüber ist viel unnützer Streit geführt worden, selbst von ganz Unberufenen, die jene Formen nur in der oberflächlichsten Weise kennen. Ich habe sie bei den Algen aufgeführt, weil ich die Algen bearbeitet habe und ich die Mycophyceen als eine den niedern Algenformen sich unmittelbar anschliessende Pflanzengruppe um so weniger mit Stillschweigen übergehen durfte, weil ich zu den sehr Wenigen gehöre, die sich viel mit ihnen beschäftigt haben. Hätte ich ein umfassendes Werk über die Pilze bearbeitet, statt über die Algen, so würde ich sie bei den Pilzen mit abgehandelt haben. Ob diese Formen aber Pilze oder Algen sind, darüber streite ich mich nicht, weil nur wenig dabei herauskommen kann. Aber über die Entstehung und die Lebensart einer hierher gehörigen Form werde ich noch Einiges sagen.

Ich habe gerade Mücken vor mir liegen, die mit einem hierher gehörigen Pilze (Saprolegnia minor *Kg.*) bekleidet sind. Der Pilz entsteht an den weichen Stellen der Ringe am Hinterleibe. Diese Stellen sind — wie es scheint durch Krankheit der Thiere — in Auflösung begriffen. Man sieht sehr feine und schleimartige organische Moleküle, gemengt mit Fetttröpfchen. Um diese legt sich die schleimige Masse, hüllt sie ein, verdichtet sich und macht so den ersten Anfang zur Zellenbildung. Diese Zellenbläschen sieht man in verschiedener Grösse, und einige verlängern sich, andere sind schon zu Schläuchen angewachsen, in denen der Inhalt mehrere Vacuolen bildet und so zur Bildung von Tochterzellen Anlass gibt, wodurch sich die Schläuche späterhin innerlich gliedern. Die genannten Vacuolen sind nämlich hellere blasenförmige Räume, um welche eine trübere körnige Masse sich befindet, die aber späterhin auf immer engere Räume beschränkt wird. Die Tochterzellen in der Spitze sind zuerst entwickelt. Sie schnüren sich späterhin mit der Umhüllung von ihrer Mutterzelle ab und bilden alsdann freigewordene Sporen. Bei Saprolegnia ferax, welche auf Fliegen, die im Wasser ertrunken sind, entsteht, ist der Anfang ganz ähnlich.

Nur bildet sich späterhin in den an der Spitze keulenförmig anschwellenden Schläuchen eine grosse Mutterzelle und in dieser viele Tochterzellen, welche nach völliger Ausbildung als Gonidien mit einem Schwingfaden ausschwärmen. („Phycol. gener." Tab. 1.) Neben diesen Gonidien kommen auch noch ruhende Samensporen bei dieser Pilzalge vor. Diese Erscheinungen setzen uns ganz wieder in die niedern Algenformen zurück. Es verdient dabei erwähnt zu werden, dass die Zellensubstanz bei Saprolegnia ferax durch Behandlung mit Jod und Schwefelsäure blau wird, also nicht, wie die aller echten Pilze, aus Bassorin, sondern aus Gelin besteht. (Vergl. auch *Pringsheim*, die „Entwickelungsgeschichte der Achlya prolifera." Nov. Acta Acad. C. Leop. Car. Vol. XXIII. P. I.)

Drittes Capitel.

Die Flechten. (Lichenes.)

§. 608.

Man kann die Flechten sehr gut als in der Luft wachsende Algen betrachten. Durch die Scytonemeen (Scytonema, Sirosiphon, Stigonema), Nostoceen (Nostoc, Hormosiphon), die Gattung Chroolepus, so wie durch mehrere Arten von Protococcus, Gloeocapsa, Botrydina, Ulothrix (Hormidium) und Prasiola berühren sich nicht nur die beiden Gruppen innig, sondern sie greifen in einander über und verflechten sich mit einander. Daher gewisse Formen mit demselben Rechte der einen, wie der andern beigezählt werden können. Wie nun aber auch die Flechten von den Pilzen berührt, und wie von den letztern die Scheiben- und Kern-Pilze deshalb von *Schleiden* zu den Flechten gestellt werden, haben wir schon früher erwähnt.

Ihrer Entwickelung und anatomischen Bildung nach zerfallen die Flechten in zwei Hauptgruppen, deren Unterschied vorzüglich in der Natur ihrer Gonidien begründet ist. Man hat diese Gruppen als heteromerische und homöomerische Flechten unterschieden.

Die Gonidien der heteromerischen Flechten besitzen einen relativ grossen Zellenkern, welcher meist getheilt und durch Chlorophyll (oder Thallochlor — vergl. §. 370 Ende), hie und da gemischt mit Flechtengelb (§. 369.), gefärbt ist. Die Farbe des

Zellenkerns ist daher oft mehr oder weniger gelbgrün. Dieser Zellenkern ist von einer dünnen, aus Bassorin bestehenden Zellenmembran eingeschlossen, welche dem Kern dicht anliegt. Die Gonidien dieser Flechten entsprechen meist den Protococcusformen, welche ich in meinen „Species Algarum“ p. 198. als „species herbaceo-virides“ beschrieben habe.

Die Gonidien der homöomerischen Flechten besitzen meist einen relativ kleinen Zellenkern, welcher niemals Flechtengelb, sondern, neben dem Chlorophyll, Phykokyan (§. 366.) enthält, wodurch seine Farbe spangrün, oder, bei sehr vorwiegendem Phykokyangehalt, blau erscheint. Ihre Zellenmembran besteht meist aus Gelacin oder Eugelacin (§. 409.) und ist durch gallertartige Schichten verdickt, die nach innen weicher, nach aussen fester sind. Die äussere Schicht steht daher vom Zellenkerne mehr oder weniger ab. Diese Gonidien entsprechen den meisten von mir („Spec. Alg.“ p. 218.) beschriebenen Gloeocapsaformen.

§. 609.

Heteromerische Flechten. Ihre Entwickelung wollen wir an Parmelia parietina betrachten. (Tab. 20. Fig. 3—14.) Der Anfang besteht in den oben erwähnten gelbgrünen Gonidien. (Fig. 3. 4.) So wie sich diese zur Flechtenbildung anschicken, theilt sich ihr Inhalt in mehrere kleine Tochterzellen (Fig. 3. b.), deren fortgesetzte Vermehrung zwar allseitig, jedoch vorherrschend in die Fläche stattfindet. Die Zellen sind alle noch gleichartig aber sehr klein. Das zweite Stadium beginnt damit, dass sich eine besondere obere und untere Zellenschicht dadurch bemerklich macht, dass ihre Zellen, neben grosser Kleinheit, einen farblosen Inhalt besitzen, während die innern Zellen einen grüngefärbten Zellenkern haben. Dadurch entstehen von oben nach unten drei Schichten, zwei farblose, äussere (oben und unten) und eine gefärbte innere. (Fig. 5. 6. 7.) Im dritten Stadium entwickeln sich endlich zwischen der gefärbten und der untersten farblosen Schicht ästige Faserzellen, welche sich locker durch einander stellen und die beiden Schichten von einander trennen. (Fig. 9. 12.) Diese Faserzellen sind ebenfalls farblos. So entwickelt sich dieser Flechtenkörper nach innen. Die Entwickelung nach aussen findet auf die Weise Statt, dass durch centrifugales Wachsthum ein flacher Thallus entsteht, der eine kreisähnliche Form besitzt, an der Peripherie weiter wächst und sich hier in radiale Glieder (Lappen) spaltet. Doch wird die kreisförmige Entwickelung durch Hervorragungen der Unterlage so häufig gestört, dass man selten einen

regelmässig entwickelten centrifugalen Flechtenthallus antrifft (Fig. 8.). Ist die Entwickelung dieses Thallus bis zu einem gewissen Grade vorgeschritten, dann bildet sich der Sporenstand mit seinen Sporen. Als Anfang desselben bemerkt man eine kugelförmige Gruppe sehr kleiner undeutlicher Zellen, welche in der grünen Schicht, oder zwischen dieser und der obersten Lage entsteht. Diese Zellengruppe sondert sich späterhin in einen äussern und innern Theil; der äussere bildet die Hülle einer Höhle, in welche strahlenartig von allen Seiten her sehr dünne Faserzellen hineinwachsen, die an der innern Wand der Hülle ihren Ursprung nehmen (Fig. 10.); bei weiterer Ausbildung verlängern sich die Faserzellen der Höhlung, wobei alle (nicht schon aufrechten) ihre bisherige centrale Richtung allmälig in eine verticale verwandeln; dabei tritt diese Bildung, welche schon eine Anschwellung auf der Oberfläche des Thallus bildete, immer mehr hervor, indem sich die Höhle nach oben öffnet und der ganze Körper sich nach und nach abflacht; auch nehmen zuletzt alle Faserzellen eine parallele Stellung unter einander an, und die Wand, aus der sie entsprungen, bildet eine horizontale scheibenförmige Unterlage. Man hat sie Keimschicht (lamina proligera) genannt und die Faserzellen, die sie trägt, sind sogenannte Saftfäden (Paraphysen) (Fig. 11.); diese haben gleichen Werth mit den Nebenfäden der Algen und Pilze. Zwischen ihnen bilden sich zahlreiche weitere keulenförmige Schlauchzellen aus, welche Mutterzellen sind, in denen sich die Sporenzellen erzeugen. (Taf. 14. a—f.). Letztere (f.) sind eiförmig, farblos und zu zwei bis acht vorhanden[16]). Die Enden der Saftfäden verdicken sich oft kopfförmig und enthalten eine körnige, gelbgefärbte Substanz, während ihr übriger Theil (wie die Sporenschläuche) farblos ist. Durch die gelbgefärbten Enden bekommt der scheibenförmige Sporenstand obenauf seine charakteristische Färbung. Dadurch dass diese Sporenscheibe noch von einem erhabenen Rande des Thallus umgeben ist, bekommt sie das Ansehen einer kleinen Schüssel. (Fig. 8.)

§. 610.

Andere Formen des Flechtenthallus sind rindenartig, wieder andere drehrund und strauchartig verzweigt, z. B. Usnea. Der Thallus dieser letzten Flechte weicht auch im Bau etwas ab. Ein Querschnitt zeigt drei Schichten; die äussere und innerste bestehen aus dicht verwachsenen, sehr dünnen Längsfasern, die Zwischenschicht aber aus einem sehr lockern und losen Fasergewebe, welches nach der Rindenschicht zu mit grünen gonimischen Zellen

besetzt ist. Bei Cornicularia aculeata sind die Zweige drehrund; der Thallus zeigt überall eine dichte äussere Rindenschicht aus gekrümmten Faserzellen; das Innere ist entweder hohl (in den ältern Theilen) oder mit einem lockern Fasergewebe (in den jüngern) ausgefüllt. Die Gattung Cladonia entwickelt ausser einem blattartigen centrifugalen Thallus (der in manchen Fällen auch bloss pulverartig ist) einen besondern aufrechten hohlen Sporenstengel (podetium), der bisweilen noch mit Blättern besetzt ist. Macht man durch denselben einen Querschnitt, so erhält man einen Ring, der aus drei Schichten besteht, ähnlich wie bei Usnea. Der Unterschied ist nur der, dass die Markschicht hier eine solide, bei Cladonia aber eine hohle Axe bildet. Bei ältern Stengeln löst sich die Rindenschicht ab und so kommt es, dass dann die Aussenfläche mit der Faserschicht bedeckt ist.

§. 611.

Blattartige Flechten senden von ihrer untern Seite nach unten noch Faserbündel hinab, womit sie sich an die Unterlage heften. Manche sind mit einer scheibenförmigen Wurzel, wie die Tange angeheftet (Usnea, Umbilicaria); viele aber liegen mit der ganzen blossen untern Fläche auf.

§. 612.

Von dem Sporenstand ist noch zu bemerken, dass derselbe sich in einigen Gattungen kugelförmig erhebt (Stereocaulon, Cladonia), in andern (angiocarpi) sich kugelig vertieft, oder richtiger, sich nur so weit entwickelt, dass er sich nach aussen durch Risse oder mit einem kleinen Loche öffnet; endlich entwickelt er sich bei den Graphideen linienförmig. Wir haben also auch hier offene und geschlossene Sporenstände, wie bei den Algen. Bei den schüsselförmigen Sporenständen ist noch zu erwähnen, dass die Oberfläche, welche durch die seitlich verbundenen Spitzen der Paraphysen gebildet wird, verschiedene Farben (roth, braun, schwarz, gelb) besitzt; auch sind die Sporen häufig durch innere Theilung und Entwickelung von secundären Tochterzellen mehrzellig und man hat sie in diesem Falle Doppelsporen und Vierlingssporen genannt. Die Sporen sind in der Regel farblos, selten dunkelbraun (Borrera ciliaris).

§. 613.

Eine eigenthümliche Erscheinung bei den heteromerischen Flechten ist noch die Entwickelung der sogenannten Soredien.

Sie bestehen aus staubartigen Häufchen, welche durch eine abnorme Wucherung und Auflösung der innern Zellenschichten des Thallus sich bilden, dann an der Oberfläche zu Tage kommen, hier entweder getrennt auftreten, oder auch zusammenfliessen. Ihre Vermehrung hat zuletzt eine partielle oder totale Auflösung des Thallus zur Folge. Das Mikroskop lässt in den Soredien gewöhnlich sehr zarte farblose Fasern erkennen, welche mit sehr kleinen Molekularkügelchen bedeckt sind, welche letztere erst durch Zerfallen der Fasern entstanden zu sein scheinen. In gewissen Fällen finden sich auch gonimische Zellen oder Zellenhäufchen beisammenliegend, ja letztere findet man nicht selten schon zu jungen Flechtenanfängen entwickelt. Diese letzten Erscheinungen gehören daher zu den Sprossenbildungen[17]).

§. 614.

Die homöomerischen Flechten gleichen in ihren Anfängen den Nostoc-artigen Algen. Der junge Körper ist eine vergrösserte weite Mutterzelle, welche gonimische Tochterzellen einschliesst, die sich zuletzt zu perlschnurartigen und mannigfach gekrümmten und verschlungenen Zellenreihen entwickeln, welche in einer bald farblosen, bald gelblich gefärbten, homogenen Gelacin- oder Bassoringallert liegen. Der Bau des Thallus ist daher hier im Allgemeinen gleichförmiger, als bei der andern Gruppe, aber er ist darum nicht immer durchaus gleichförmig (homöomerisch); denn in vielen Fällen verschmelzen an manchen Stellen die Glieder der perlschnurartigen Fäden und diese werden dadurch stellenweise zu continuirlichen Fasern. Auch verwachsen bei manchen Collema-Arten (z. B. C. lacerum Wallr.) die obern Zellen zu einem gallertartigen continuirlichen Parenchym. Der Thallus breitet sich bei den Collema-Arten zuletzt flach aus, entwickelt sich centrifugal weiter, gliedert sich an dem Rande in dichotomische Lappen, sendet bisweilen nach unten wurzelartige hohle Fasern, welche von der Cuticula aus entspringen, und entwickelt dann nach oben schüsselartige Sporenstände, wie Parmelia. Bei Lichina entwickelt sich jedoch der Thallus zu einem aufrechten verzweigten Stengel, dessen kugel- oder eiförmige Fruchtstände sich in der Spitze der Aeste erzeugen und geschlossen bleiben. Sprossenbildungen kommen bei sterilen Collemaformen vor [z. B. C. nigrescens] [18]).

---

§. 615.

Ein kurzer Rückblick auf die drei Pflanzengruppen, welche wir in den Capiteln 1—3 abgehandelt haben, zeigt, dass dieselben so viel Uebereinstimmendes und dadurch so viele Berührungspunkte haben, dass man sie füglich auch als eine einzige betrachten kann. Diese Uebereinstimmung zeigt sich namentlich in den niedern einzelligen Formen, deren individueller und specifischer Werth wegen ungenügender Kenntniss noch nicht überall die gehörige Würdigung gefunden hat. Während aber die Algen eine ungemein grosse Mannigfaltigkeit der Formen entwickeln und hierdurch als Wasserbewohner nicht nur den niedern, sondern auch den höhern Land- und Luftbewohnern nachstreben, bemerken wir dagegen eine ziemlich grosse Einfachheit bei den Pilzen und Flechten.

Die mutterlose Urzeugung kann ungezwungen bei allen drei Gruppen angenommen und wissenschaftlich durchaus gerechtfertigt werden.

Die niedern Algen besitzen in ihrer Zellenmembran meist Bassorinsubstanz, die wahren Pilze aber sämmtlich. Bei einigen Oscillarieen, Dictyonema und Schizothrix fuscescens, habe ich die Scheide (Cuticula) aus Gelinsubstanz bestehend gefunden; die letztere bekommt dadurch eine sehr grosse Aehnlichkeit mit manchen Bastzellen der höhern Phanerogamen. Die Zellenwände der höhern Algen bestehen überall aus Gelin. Bei den Flechten besteht die Zellenmembran meist aus Bassorin, die Sporenschläuche dagegen bestehen aus Amyl und die gallertartig faserige Substanz der Soredien bei Variolaria reagirt auf Gelin. Eben so habe ich bei einem Collema (C. melaenum?) die Gallert, worin die perlschnurartigen Fäden liegen, durch Schwefelsäure und Jodin sich prächtig roth färben sehen, ähnlich den Stärkekügelchen mancher Seealgen durch Jodin. (Vergl. §. 398.) Diese Erscheinungen beweisen, dass die Substanz der Flechtenzellen sehr veränderlich ist.

Die Lebensdauer der abgehandelten Gruppen steht im Verhältniss zu ihrer Wachsthumsgeschwindigkeit. Manche Blätterpilze (Coprinus) und Schimmelarten entstehen in wenigen Stunden, aber sie verschwinden auch eben so schnell, indem ihre Zellen zerfliessen und aufgelöst werden. Dagegen wachsen andere Pilze langsam, ihre Zellenfasern werden dadurch dauerhaft und fest, und der Pilz holz- oder korkartig. Diese Formen perenniren auch und es finden bei Unterbrechungen des Wachsthums durch die Jahreszeiten junge Ansätze an dem alten Körper Statt, die den

Jahrringen dicotyledonischer Bäume verglichen werden können. Das Zusammenwachsen der Individuen, wenn die Ränder an einander stossen, findet bei den Pilzen leicht und häufig (Thelephora) Statt. Ueberhaupt ist diese Gruppe sehr zu monströsen Formen geneigt (Polyporus igniarius).

Die Flechten wachsen überaus langsam. Sie haben daher sehr verdickte Zellen, mit einem sehr geringen, fast verschwindenden Lumen. Weil die oberste Zellenschicht aus langgestreckten und vertical stehenden, dicht verbundenen Zellen besteht, welche keine Intercellulargänge erkennen lassen; weil ferner das geringe Lumen dieser Zellen nur eine geringe Menge Feuchtigkeit erfordert, um die Lebensfähigkeit derselben zu erhalten; so findet man auch, dass gerade die Flechten ein sehr zähes Leben haben. Sie leben gleichsam von der Luft und perenniren sämmtlich; am üppigsten vegetiren sie in feuchter Jahreszeit, besonders im Winter, wo andere Pflanzen ihren Winterschlaf haben. Dagegen versinken sie im Sommer in einen Sommerschlaf, aus welchem sie nur durch feuchte Regentage geweckt werden. Scheinbar ausgetrocknet, vegetiren die Flechten nicht selten in den Sammlungen noch fort. Sie haben angefeuchtet gewöhnlich eine andere Farbe, als trocken. Die Zellenschicht, die ihnen die Farbe ertheilt, liegt unter der obern Rindenschicht. Diese ist im feuchten Zustande durchsichtiger und lässt die farbige Schicht hindurchscheinen; getrocknet aber ist sie weniger durchsichtig und ertheilt der Oberfläche des Thallus eine mattere weissliche oder grauliche Farbe.

In den Wachsthumsverhältnissen der Algen kommen die grössten Verschiedenheiten, aber in der Lebensdauer nicht so schroffe Gegensätze vor, wie bei den Pilzen. Das Leben vieler Algen ist auf bestimmte kleinere Perioden beschränkt (Ulothrix, Draparnaldia, Chaetophora); andere dauern das ganze Jahr (und in mildern Gegenden auch im Winter) hindurch, indem sie sich in ihrer ununterbrochenen Zellentheilung beständig erneuern (Oscillarinae, Nostochinae, Scytonemeae). Diejenigen, welche Spitzenwachsthum haben, sterben unten eben so beständig ab, als sie sich in der Spitze verjüngen (Vaucheria, Chara, Cladophora). Ueber die Vegetationsperioden der höhern Meeresalgen sind bis jetzt noch keine genauern Beobachtungen bekannt geworden.

Viertes Capitel.

Die Lebermoose. (Musci hepatici.)

§. 616.

Die Lebermoose bringen sämmtlich Samensporen hervor, welche ziemlich gross, und mit einer derben, dicken, dauerhaften, netzförmig runzeligen Proteïnmembran umkleidet sind. Durch ihr Beisammenliegen in der Mutterzelle, deren kugelähnlicher Inhalt sich zu vier tetraëdrischen Tochterzellen entwickelt, besitzen die eben geborenen Sporen noch ganz die tetraëdrische Form. Die Proteïnhaut ist braun gefärbt und undurchsichtig. (Vergl. I. Bd. §. 486.) Bei Keimversuchen, die ich mit den Sporen der Marchantia polymorpha angestellt habe, zeigte sich Folgendes (Taf. 20. Fig. 16.). Die Gelinzelle, welche von der Proteïnhaut umschlossen ist, dehnt sich zunächst allseitig aus, wodurch die tetraëdrische Form der Spore in eine sphäroïdische, oder eiförmige umgewandelt wird (Fig. a. b.). Dann bricht die Gelinzelle an zwei Stellen der Proteïnhülle entweder zugleich oder nach einander hervor (Fig. b. c. d. e.). Beide zu Tage kommende Verlängerungen zeigen Wachsthumsgegensätze. Die eine bildet einen einzelligen dünnern Schlauch, welcher abwärts in die Erde wächst, als Wurzel fungirt und einen farblosen Inhalt besitzt; die andere bildet anfangs einen kürzern oder längern gegliederten und niederliegenden dickern stengelartigen Fadenkörper, dessen Zellen an der innern Wandung mit configurirten Chlorophyllkörnern besetzt sind. Dann erfolgt ein Moment, wo sich die Endzellen gegen die übrigen mehr allseitig ausdehnen und durch Bildung von verwachsenen Tochterzellen einen mehrzelligen Körper darstellen, welcher sich allmälig weiter zu dem Thallus entwickelt (Fig. f.). In Folge des zufälligen Absterbens dieser jungen Pflänzchen habe ich die Entwickelung nicht weiter genau verfolgen können.

§. 617.

Bei einer Riccia (deren Sporen mein Freund *Wallroth* ausgesäet hatte) zeigt sich ebenfalls zunächst das Hervorbrechen eines kürzern oder längern Schlauches aus der Proteïnhülle als erstes Stengelglied (Taf. 21. Fig. 1.); dicht an dessen Basis entwickelt sich ein dünnerer Schlauch, welcher als primäre Wurzel in die Erde dringt (Fig. 2. d.). Die Spitze des schlauchartigen Stengelgliedes

schwillt an und entwickelt dann chlorophyllhaltige Tochterzellen, welche verbunden bleiben und den ersten Anfang des Riccienkörpers bilden. (Taf. 21. Fig. 2. c., 3.)

§. 618.

Die Lebermoose entwickeln entweder einen aufliegenden centrifugalen flachen Niederstengel, welcher gar keine, oder auch nur sehr undeutliche Blätter trägt, oder sie besitzen einen wahren, mit Blättern besetzten Stengel, welcher bald niederliegt, bald sich in die Höhe richtet. Wir wollen denselben bei den verschiedenen Gruppen näher betrachten.

a) Bei den Riccieen (ebend. Fig. 4.) geht die Entwickelung des Zellenkörpers centrifugal vor sich; bald aber spaltet sich der oben abgeplattete, aus mehreren Zellenschichten bestehende Thallus in dichotomische radiale Glieder, die sich später durch Verwesen der centralen Zellenmasse, wodurch sie vereinigt waren, als selbständig gewordene Theile in dichotomischer Form nach allen Himmelsgegenden und in horizontaler Lage weiter entwickeln. Dabei wachsen die untern Zellen abwärts in schlauchartige Wurzelfasern aus, welche die untere Seite des Riccienkörpers wie ein Filz bekleiden und denselben aus der Erde Feuchtigkeit zuführen. Die Zellen der untern Schicht des Körpers (Fig. 5. a.) haben mehr eine horizontale Lage und Anordnung; die Oberschicht dagegen besteht aus dicht beisammenstehenden, aber seitlich nur locker verbundenen, auch durch Zwischenräume getrennten, verticalen Zellenreihen, welche man den Paraphysen vergleichen kann, weil sich zwischen ihnen die Sporenbehälter entwickeln (Fig. 5. b.). Diese Reihen der obern Schicht zeigen offenbar ein begrenztes verticales Wachsthum, während die untere Schicht ein unbegrenztes horizontales Wachsthum besitzt. Letztere bildet den Boden für die Entwickelung des Sporenkörpers. Dieser bildet sich in einer kleinen Höhle auf der Unterschicht (Fig. 5. c.). Er besteht anfangs aus einem kleinzelligen Körperchen, welches sich nach oben in eine Spitze verlängert und unterwärts sich bauchig erweitert. Er stellt so einen vielzelligen Sack dar, welcher nach oben mit einer zelligen, am Ende geöffneten, Ausführungsröhre versehen ist. In der untern bauchigen Höhle sammelt sich eine körnige und schleimige Substanz an, in welcher sich, durch freie Zellenbildung Mutterzellen erzeugen, welche den ganzen innern Raum ausfüllen und durch gegenseitigen Druck eckig werden, sich aber nicht fest verbinden. Jede solche Mutterzelle entwickelt vier tetraëdrische Tochterzellen (Fig. 5. d.), bei denen die innere

Proteïnhülle sich zu einer siebförmig durchlöcherten derben Sporenhaut ausbildet (Fig. e.), während die gelinosen Mutterzellen in eine schleimige Masse zerfliessen. Das genannte langhalsige vielzellige Säckchen kann als ein Sporenblatt (sporophyllum) betrachtet werden, das von vielen Paraphysen umgeben ist. Die Zellen der Paraphysen (Fig. 5. b.) enthalten viele Chlorophyllkörner, mit Ausnahme der Scheitelzelle, welche ein hervorgezogenes Spitzchen besitzt und farblos ist. Die Zellen der Unterschicht enthalten weniger und kleinere Chlorophyllkörner. Die Sporen zerstreuen sich erst, wenn ihre Blase durch Fäulniss zerstört ist. Sie enthalten viel Oel, was zwischen zwei Glasplatten durch die Löcher der Proteïnhülle herausgepresst werden kann.

Ausser diesen Sporenkörpern entwickeln die Riccien an ähnlichen Stellen und zwischen den Paraphysen noch Antheridien, welche aus einem Kern von sehr kleinen rundlich-sechseckigen Zellen bestehen, der wiederum von einem zelligen Säckchen umgeben ist. Aber die innern Zellen enthalten keine beweglichen Spiralfasern, wie die Antheridien der Marchantieen. Man trifft sie besonders in den jüngern Spitzen der Riccien an, ihr Vorkommen ist jedoch im Ganzen beschränkter als das der Sporen [19]).

§. 619.

b) Anthoceros. Der Thallus entwickelt sich ebenfalls centrifugal, kreisförmig und gliedert sich am Rande in breite rundliche Lappen, die über einander greifen; die untere Fläche ist mit Wurzelfasern besetzt, auf der obern aber entwickeln sich in kleinen Vertiefungen lange borstenförmige Sporenblätter und Antheridien (Tab. 21. Fig. 6. a. b.). Er besteht aus mehreren Zellenlagen, welche sämmtlich ein centrifugales Parenchym aus rundlicheckigen Zellen darstellen. Wo die Sporenblätter sich entwickeln, entsteht zuerst durch Ausscheidung eines körnigen und braunwerdenden Schleimes ein senkrechter Schleimgang — gleichsam eine versenkte Schleimdrüse, welche sich nach unten etwas erweitert. Im Grunde derselben aber befinden sich mehrere Zellen, welche nach oben ein verlängertes drehrundes Körperchen entwickeln, das bei seiner weitern Ausbildung über die Schleimhöhle sich erhebt, wobei der Rand der letztern sich in Form einer basilären Scheide um den Fuss des verlängerten Körperchens, welches das Sporenblatt ist, legt. Der ältere Theil dieses Randes besteht aus zerstörten Zellen und wird von der Spitze des Sporenblattes mit in die Höhe gehoben. Man hat ihn als Mützchen (calyptra) bezeichnet. Das cylindrische Sporenblatt wächst so, dass seine jüngsten

Zellen sich an der Basis befinden, die ältesten aber in der Spitze. Es besteht aus mehreren Zellenschichten: 1) Die Epidermis; eine Lage derber, zuletzt bräunlich oder schmutzig-violet gefärbter Prosenchymzellen mit Spaltöffnungen. 2) Die Rindenschicht, aus zwei bis drei Zellenlagen gebildet, deren Elemente concentrisch geordnete senkrechte Reihen darstellen. 3) Die Sporenschicht; sie besteht ebenfalls aus seitlich an einander gefügten senkrechten Zellenreihen, deren Zellen unten verbunden sind, nach oben zu aber sich allmälig ablösen und zu Mutterzellen werden, in denen sich je vier tetraëdrische Sporen bilden. (Vergl. I. Band, p. 253.) 4) Die Markschicht; sie ist aus langgestreckten, in senkrechte Linien geordneten schmälern Zellen gebildet und bleibt nach der Lostrennung der vorgenannten Schichten als sogenanntes Mittelsäulchen stehen.

Neben und zwischen den Sporen erzeugen sich noch die sogenannten Elateren. Es sind kleine gekrümmte Zellenkettchen, deren Zellen zuletzt braun werden. Es ist noch nicht gewiss, ob sie aus derselben Zellenschicht entstehen, aus welcher sich die Sporen bilden.

Wenn man ein entwickeltes Sporenblatt mit reifen Sporen untersucht, so findet man die entwickeltsten und reifsten Sporen in der obersten Spitze; von da nach unten findet man die Sporen in jeder Entwickelungsstufe. Das Sporenblatt stirbt von oben nach unten ab. Die ganze Untersuchung zeigt, dass seine Glieder in einander geschachtelt sind und dass die innersten erst nach dem Absterben der äussern zum Vorschein kommen.

Die Antheridien (Taf. 21. Fig. 7.) liegen in kleinen Vertiefungen des Thallus, welche mit einem erhabenen Rande versehen sind. Sie entwickeln sich büschelweise und stellen verkehrt eiformige Zellenkörperchen dar, welche sich nach der Basis zu in einen Stiel verdünnen. Bewegliche Spiralfäden habe ich nicht an ihnen bemerkt. Ich bin noch ungewiss, ob diese Körperchen wahre Antheridien sind. Vielleicht sind sie den vielzelligen Gonidien der Marchantieen vergleichbar.

§. 620.

c) Die Marchantieen (Tab. 21. Fig. 8—25.) entwickeln ebenfalls einen flachen aufliegenden Thallus, welcher nach unten Wurzelfasern treibt, die aus der untersten Zellenlage entspringen. Neben den Wurzelfasern kommen auch noch schuppenförmige Blättchen vor, die bei Fimbriaria africana in zwei Reihen am Mittelnerv gestellt sind [20]). Der Thallus wächst horizontal und theilt

sich an seinen jüngsten vordern Spitzen dichotomisch, während sein älterer hinterer Theil abstirbt (Fig. 8. 9. 13. 21.). Der Thallus besteht aus horizontalliegenden Zellen, welche in der innern Schicht ein etwas lockeres Parenchym bilden und eine faserige Textur haben. Auf der Oberfläche zeigen sich in radialer Ordnung Spaltöffnungen, welche in eine von der Epidermisschicht bedeckte Höhle führen, die sehr zierlich gegliederte und verzweigte, im Grunde der Höhle entspringenden Zellenreihen enthält. (Fig. 21 und 24. a. b.) Er entwickelt dabei, bisweilen auf verschiedenen Individuen, drei verschiedene Organe:

1) Sporen.
2) Antheridien.
3) Gonidien (Brutknospen).

Die Sporen entwickeln sich auf einem besondern Sporenstengel, den man mit Recht auch als Blüthenstand bezeichnet hat, denn die sogenannten Sporenkapseln sind den Staubblättern und die Sporen den Pollenkörnen der Phanerogamen vergleichbar.

Ich habe ihre Entwickelung bei Preissia commutata beobachtet. Aus dem verkehrtherzförmigen Thallusstück entspringt am vordern Ende des Mittelnerven ein aufrechter Stiel (Fig. 8. 9. 13. a. b.), der an seinem obern Ende eine abgeplattete Scheibe trägt. Diese Scheibe ist ein umgestülpter gemeinschaftlicher Blumen- oder Sporenstand, denn an seiner untern Fläche entwickeln sich erst die Sporenblüthen. Wir unterscheiden an den Sporenblüthen folgende Theile: 1) Die äussere Hülle (involucrum), welche später ein breites am äussern Rande gezähneltes Blatt darstellt und den Anfang mehrerer Blümchen (unrichtig Pistille genannt) einschliesst (Fig. 10. c.); 2) die kelchartige Hülle (calyx), welche späterhin in vier bis fünf Zähne aufreisst (Fig. 10. b. — 14. a.); 3) die kronenartige Hülle (gewöhnlich Mützchen, calyptra, genannt), in welcher sich der eigentliche Sporenkörper (Sporenfaden, Sporenblatt) bildet (Fig. 10. a.). Wir betrachten jetzt die Blüthe vor dem Austritt des letztern aus seiner Umhüllung. Das Sporenblatt (Fig. 11.) ist zu dieser Zeit als ein kugelförmiges vielzelliges Körperchen darin enthalten, welches mit einem noch sehr unentwickelten, kaum bemerkbaren Stielchen auf seinem Ursprunge festsitzt. Wenn man jetzt einen feinen senkrechten Schnitt durch dasselbe macht, so sieht man, dass der innere Kern aus losen Zellen von zweierlei Art besteht, wovon die einen kugelförmige Mutterzellen sind, in denen sich späterhin tetraëdrische Sporen entwickeln (Fig. 13. b.); die andern aber sind langgestreckt, dünn, an beiden Enden spitz und

so geordnet, dass sie ein fädiges Geflecht zwischen den Sporenmutterzellen bilden (Fig. 13. a.). Aus den langgestreckten Zellen entwickeln sich nach und nach die sogenannten Schleuderer (elateres). Diese Zellen bestehen in ihrer Jugend aus Gelinsubstanz und enthalten wenige Chlorophyllkörner, die mehr oder weniger zerstreut sind; bald bemerkt man die Chlorophyllkörner durch sehr zarte und feine farblose Fädchen verbunden, welche sich allmälig zu Spiralfasern entwickeln, die die innere Zelle auskleiden (Fig. 13. a[1]). Bei weiterer Entwickelung dieser Spiralfasern verschwinden die Chlorophyllkörner und auch die Zellenhaut, die sie bisher umgab, zerfliesst, so dass die Spiralfasern zuletzt allein übrig bleiben (Fig. 15.). Sie sind sehr elastisch und dadurch geeignet, die Sporenhülle zu sprengen. Durch Behandlung mit Jodin und Schwefelsäure werden sie anfangs gelb, dann roth, zuletzt grün gefärbt. Sie scheinen daher aus einem Gemenge von Gelin- mit Proteïnsubstanz zu bestehen. Die dicke Proteïnhülle der Sporen (Fig. 16.) hat Hervorragungen; sie schliesst zunächst eine durch Jodin und Schwefelsäure blau werdende Gelinzelle ein; der weitere Inhalt besteht aus körnigem Schleim und Oeltropfen. Kehren wir nun wieder zu unserer Blumenkrone zurück, so gewahren wir, während der innern Entwickelung der Sporen und Elateren, noch folgende Erscheinungen:

Das sehr kurze Stielchen des kugelförmigen Sporenblattes verlängert sich und letzteres bricht unter der Spitze der Blumenkrone, welche schief aufgerissen wird, hervor. Bei völliger Reife der Sporen platzt auch das Sporenblatt an der Spitze in vier oder mehr Lappen auf, welche sich zurückrollen, worauf die Sporen und Elateren herausfallen (Fig. 14.). Die äusserste Schicht des Sporenblattes, welche die Sporenhülle bildet, besteht in der Reife aus braunen Prosenchymzellen, welche weitläufige derbe braune Ringfasern enthalten (Fig. 17.).

Die Antheridien derselben Pflanze entwickeln sich auf einem besondern Antheridienstengel, welcher ebenfalls vorn aus dem Mittelnerven eines Thallusstückes entspringt (Fig. 18. 19.). Dieser Stengel trägt oben eine flache Scheibe, deren obere Zellenlage aus dicht an einander gefügten verticalen Zellenreihen (fast wie bei Riccia) besteht. Zwischen diesen Zellenreihen entwickeln sich Säcke (Antheridiensäcke, welche auch dem Sporensacke der Riccien ähneln) und in diesen der vielzellige, unten mit einem sehr kurzen Stielchen versehene Antheridienkörper, dessen innere schleimige Zellen je einen kleinen beweglichen Spiralfaden enthalten (Fig. 20. a. b. c.). Die Antheridiensäcke öffnen

sich an der Oberfläche der Scheibe in der Form von Spaltöffnungen. Bei Marchantia polymorpha ist die Scheibe unterhalb mit schuppenförmigen Blättchen, bei Preissia aber mit langen Haaren besetzt (Fig. 19.).

Die Gonidien (Brutknospen) sind sehr leicht bei Marchantia polymorpha zu beobachten. Sie sind mehrzellig und weichen dadurch von den Gonidien der Algen ab. Auf dem Thallus gewisser Individuen, welche keine Sporenstände entwickeln, erscheinen becherförmige Vertiefungen, welche mit einem höhern gezähnelten Rande eingefasst sind (Fig. 21.). Auf dem Grunde dieser „Brutbecherchen“ wachsen die Zellen des Thallus in senkrechte getrennte längliche Zellen aus (Fig. 22.), von welchen einzelne (Fig. a. a.) sich durch einfache Quertheilung in eine obere und untere theilen. Die untere bleibt unverändert; sie ist hell und durchsichtig; die obere aber ist mit einem körnigen Schleim erfüllt und wird zur Mutterzelle, oder sie ist richtiger das einzellige Gonidium, das noch in Verbindung mit seiner Mutterpflanze sich zu einem jungen mehrzelligen Spross entwickelt, welcher anfangs mit seiner Basilarzelle, die als Stielchen dient, auf der Unterlage festsitzt, später aber durch jüngere Nachkommen nach oben gedrängt wird und abreisst, worauf er sich selbständig zu jungen Pflänzchen von gleicher Beschaffenheit ausbildet (Fig. 23.). Aeltere Brutbecher sind oft von diesen jungen Anfängen ganz angefüllt. Legt man letztere auf feuchten Sand, so entwickeln sie bald auf der untern flachen Seite Wurzelfasern, und auf der obern Poren. Es ist anfangs ganz gleichgültig, welche Fläche man als untere betrachten will. Haben sich aber erst Wurzelfasern gebildet und man kehrt das Pflänzchen um, dass es auf die andere Seite zu liegen kommt, so dreht es sich bei fernerer Entwickelung selbst wieder um [21]), indem die gewaltsam nach oben gekehrte Wurzelfläche fortfährt Fasern zu entwickeln und sich zu verlängern, welche dann in einem Bogen den Boden gewinnen. Die Wurzelfasern sind Röhren, welche nach Innen warzenähnliche Vorsprünge haben (Fig. 25.).

§. 621.

d) Die Jungermannieen. Es gibt Formen, deren primärer Körper thallusartig ist, wie bei den vorigen, und andere, welche einen beblätterten Stengel haben. Ich werde hauptsächlich die letztern berücksichtigen. Der Stengel ist meist niederliegend, kriechend und besteht aus länglichen, dünnhäutigen und welkenden Zellen mit wenigen Chlorophyllkörnern; wo er aufrecht steht, sind gewöhnlich eine grössere Anzahl Individuen dicht (rasenförmig) bei-

sammen, die sich gemeinsam stützen und halten; jene Stengel schlagen ihre Wurzelfasern in die Erde, diese in die Zwischenräume ihrer Rasen oder Polster. Die Blätter stehen meist zweizeilig, abwechselnd oder gegenüber; ihrer Form nach sind sie rundlich oder länglich, ganz, gezähnt, ausgerandet, gelappt und selbst tief gespalten. Sie bestehen aus einer einfachen Zellenlage und sind niemals gestielt, sondern sitzen auf dem Stengel, entweder so, dass ihre Fläche in senkrechter Linie am Stengel befestigt ist, oder so, dass sie an der Basis denselben mehr oder weniger umfassen. Im letztern Falle entstehen oft löffelartige oder zusammengeklappte Formen und die Kläppchen der letztern bilden dann besondere Oehrchen (auriculae), indem sie gewöhnlich noch durch eine besondere Bucht von dem übrigen Haupttheil des Blattes deutlicher geschieden werden. Wo die Blätter dicht genug stehen, da greifen sie über einander (folia imbricata). Dies geschieht aber auf zwiefache Weise; entweder es greift die verbreiterte Basis der obern Blätter über die Spitze der untern (unterschlächtige Blätter, fol. succuba) oder die untern Blätter decken mit ihren obern Enden die Basis der über ihnen folgenden (oberschlächtige Blätter, fol. incuba). Ausser den gewöhnlichen grössern Blättern kommen häufig noch auf der untern (besser entgegengesetzten) Seite des Stengels kleinere Blätter vor, welche „Beiblättchen“ (amphigastria) genannt werden.

Wo die Blätter mit den Flächen in senkrechter Lage (und zweizeilig) am Stengel stehen (wie bei Lophocolea bidentata), kann man denselben als einen geflügelten (caulis alatus) betrachten, dessen Flügelsubstanz sich durch ein überwiegendes Wachsthum des Axentheils aus einander gezogen und nur in kleinern Portionen (= Blätter) an demselben blattartig vertheilt hat. Durch diese Betrachtung kann dann allerdings die Annahme gerechtfertigt werden, wonach man den flachen blattlosen Thallus anderer Jungermannieen (z. B. Aneura, Pellia) als eine Vereinigung von verschmolzenen (besser ungetrennten) Blättern und Stengelgliedern ansieht, indem der Mittelnerv dem Stengel, die geflügelte Seite den Blatttheilen entspricht. Die Blattbildung durch Theilung, wie sie bei den Tangen (Macrocystis, Neuroglossum, §. 580.) vorkommt, beweist, dass durch überwiegendes Wachsthum der Axe der flügelartige Theil derselben sich wirklich in wahre Blätter spaltet, und die Flügel des caulis alatus der Phanerogamen (besonders der Acacia alata) beweisen ebenfalls, dass sie der Blattform eben so nahe, als der Stengelform stehen.

Die Jungermannieen entwickeln ebenfalls Sporen, Gonidien und Antheridien.

Die Sporenblüthe entsteht entweder an den Enden der Axen oder in den Winkeln der Beiblätter. Sie besteht zunächst meist aus mehreren Vorblättern, welche nach Maassgabe auch als oberste Stengelblätter betrachtet werden können, sich jedoch mehr oder weniger von den gewöhnlichen Blättern unterscheiden.

Diese Blätter bilden eine Knospe, welche die jungen Anfänge der Blumen (gewöhnlich Pistille genannt) enthält. Diese Blumenanfänge bestehen aus mehreren verticalen Zellenreihen, welche später ein unten bauchig angeschwollenes Körperchen bilden, das nach oben in eine verlängerte Spitze (den sogenannten Griffel mit Narbe) ausläuft. In dieser Anschwellung entsteht eine Höhle und in dieser erzeugt sich von der Basis aus der eigentliche Sporenkörper. Seine Umhüllung ist, da sie mit ihm die Blume im engern Sinne ausmacht, als die wahre Blumenhülle anzusehen. Sie wird aber gewöhnlich „Mützchen" (calyptra) genannt. Bei Calypogeia Trichomanes hat *Gottsche* noch eine zweite innere Blumenhülle nachgewiesen, welche er involucellum nennt. Bei Haplomitrium entwickelt sich diese Blume weiter, ohne dass noch ein anderes Organ dabei betheiligt ist; bei andern Gattungen dagegen erhebt sich um die junge Blume ein ringförmiger Wall, der sich bei weiterer Entwickelung zu einer verlängerten, oben sich mehr oder weniger verengenden Röhre (die kelchartige Hülle, calyx) ausbildet, späterhin mit der Blumenhülle („calyptra") verwächst, bei gewissen Formen aber noch eigenthümliche Modificationen erleidet, die besonders bei der Abtheilung der „Geocalyceae" merkwürdig sind[22]). Innerhalb der Blumenhülle bildet sich nun der Sporenkörper (Sporenblatt, Sporenfaden), welcher dem Staubblatte der Phanerogamen gleicht, weiter aus, indem er sich in einen obern, die Sporen entwickelnden, kopfförmigen, und einen untern Theil, den Stiel, sondert. Der Stiel ist aus sehr zarten, leicht welkenden saftigen Zellen mit wenigen Chlorophyllkörnern gebildet, die eine weitläufige und spiralige Anordnung zeigen. Er bricht aus der Hülle hervor und sein oberer (braunschwarz gefärbter) Theil platzt nach vollendeter Reife in vier Klappen auf. Er enthält die Sporen mit den Schleuderern, welche sich ähnlich, wie die der Marchantieen entwickeln. Auch die Klappen sind wie bei Marchantia gebaut.

Die Gonidien der Jungermannieen bilden sich häufig durch eine Wucherung der Zellen an den Blattspitzen (Tab. 20. Fig. 15. c.). Es erzeugen sich hier Zellengenerationen, welche ganz die Bildung der Blattzellen haben, Chlorophyllkörner enthalten und nur lose zu unregelmässigen Gruppen vereinigt sind, sich daher auch leicht trennen und selbständig fortvegetiren. Die einzelnen Zellen haben

eine kugelförmige Gestalt. Die „Brutknospen" (gemmae) der thallodischen Jungermannieen gehören auch hierher.

Die Antheridien bilden verkehrt eiförmige oder elliptische, in einen Stiel verdünnte Körperchen, welche eine zellige Hülle besitzen, die wiederum eine schleimzellige Masse (fovilla) einschliesst, in deren Zellen bewegliche Spiralfasern enthalten sind. Sie stehen entweder einzeln oder gehäuft am Stengel (Haplomitrium), oder, von Paraphysen begleitet, in den Achseln eigenthümlicher Hüllblätter am Ende des Stengels oder der Aeste [23]).

Fünftes Capitel.

Die Laubmoose. (Musci frondosi.)

§. 622.

Die Sporen der Laubmoose besitzen wie die der Lebermoose eine Proteïnhülle. Diese ist bei einigen (Bartramia pomiformis, Bryum annotinum) ziemlich dick, braun und warzig, bei andern dagegen (Hypnum splendens, serpens) dünn, glatt und kaum gefärbt, so dass man den Inhalt durch dieselbe deutlich erkennen kann. Der Inhalt besteht zunächst aus einer zarten Gelinzelle, welche eine körnige, mit Oeltröpfchen gemengte, schon mehr oder weniger organisirte Substanz einschliesst. Lässt man die Sporen auf feuchtem Sande unter einer Glasglocke keimen, so bilden sich zunächst in dem Zelleninhalte Chlorophyllkörnchen an der innern Wand der Gelinzelle; gleichzeitig wächst die letztere und bricht an einer Stelle, selten an zweien, aus der Proteïnhülle hervor (Taf. 22. Fig. 1. 2). Bricht die Gelinzelle an zwei Stellen hervor, so kriecht das eine Ende in den Sand hinein und bildet sich zu einem hyalinen Wurzelfäserchen aus, während das andere Ende sich in die Höhe erhebt, oder an der Oberfläche hinkriecht, sich durch Quertheilung gliedert und durch Chlorophyllkörnchen grün gefärbt wird; weiterhin verästelt sich dasselbe nach Art der ästigen Confervinen bei den Algen. Wo das Würzelchen nicht schon aus der Sporenhülle mit hervorbricht, da erzeugt es sich späterhin meist an der ersten Zelle des gegliederten Fadens ausserhalb der Sporenhülle. Wir sehen hieraus deutlich den Gegensatz von Wurzel und Stamm schon in der ersten Zelle auftreten (wie bei mehreren Algen) und wir müssen diese ersten Gebilde als das Primitivwürzelchen und

Primitivstämmchen des Mooses ansehen, das auf dieser Entwickelungsstufe einen gleichen morphologischen Werth mit ästigen Confervenbildungen hat. Ja, es kommen Fälle vor, wo das junge Moos in diesem Primitivzustande verharrt, indem die confervenartigen Fadenstämmchen sich sehr vergrössern, nach verschiedenen Richtungen hin verzweigen, und dichte grüne Rasen bilden, welche aus horizontalen gegliederten Hauptaxen bestehen, die nach oben aufrechte und abermals gegliederte, verästelte grüne Zweige, nach unten aber dünnere spitzige und ebenfalls verästelte, aber ungegliederte, Wurzelfasern senden.

Das zweite Stadium der Moosbildung beginnt mit der Bildung des secundären (beblätterten) Moosstämmchens, welches sich dadurch auszeichnet, dass es aus mehreren seitlich verwachsenen verticalen Zellenreihen besteht (Fig. 3. a. b. — 4. a.). Den Anfang macht gewöhnlich eine, von dem horizontalen Primärstämmchen ausgehende, senkrecht gestellte Basilarzelle, welche sich mehr oder weniger verlängert, dann durch Gliederung eine Scheitelzelle entwickelt, aus welcher alle folgenden Gebilde hervorgehen. Diese Scheitelzelle erzeugt zunächst durch horizontale und verticale Theilung ein mehrzelliges Mooskörperchen, ein Phytom, dessen sämmtliche verticale und horizontale Glieder (Zellen) mit einander verwachsen sind. Bei weiterm Wachsthum bilden sich noch mehr Zellenlagen über und neben einander, wobei man die einschliessenden (äussern) von den eingeschlossenen (innern) unterscheiden muss. Schon im frühesten Alter zeigt sich in der äussern Zellenlage die Blattbildung angedeutet, die jedoch nur sehr schwierig in ihrem vollständigen Verlaufe verfolgt werden kann, weil man die Entwickelungsstufen, wie sie auf einander folgen, niemals gleichzeitig neben einander antrifft, sondern aus einer grossen Anzahl von einzelnen Fällen, die sich im Verlauf der Untersuchung zufällig darbieten, heraussuchen muss. Meine Angaben beziehen sich theils auf Aussaaten der Sporen von Hypnum splendens und Bryum annotinum, theils auf Beobachtungen an Funaria hygrometrica, Bryum argenteum, Dicranum heteromallum und Andere, deren Entstehung aus dem Primärstämmchen ich schon früher (1838) in einer Preisschrift behandelte[24]), welche zugleich die nöthigen Abbildungen dazu gibt. Diese Abbildungen muss ich auch jetzt noch als sehr genau betrachten, da sie nichts enthalten, was mit den erst kürzlich von mir an denselben Moosen wiederholten Untersuchungen in Widerspruch träte, obschon ich die Vorgänge jetzt in einer grössern Ausführlichkeit darlegen kann, als es früher geschah.

§. 623.

Blattbildung bei Laubmoosen (Fig. 4. b.). Wie bei Cladophora eine Zelle sich an der Spitze seitlich aussackt und aus dieser Aussackung durch innere Theilung eine Zelle entsteht, welche nur an der Basis, nicht aber seitlich, mit der Hauptaxe in Verbindung steht, dieselbe aber der Anfang zu einer secundären Axe ist, welche sich weiter entwickelt, so schiebt sich auch an dem jungen Moosstämmchen (der secundären Entwickelungsstufe) eine Zelle hervor, welche sich bald durch Quertheilung in eine obere und untere gliedert. Die obere spitzt sich bei Hypnum serpens zu, während sich die untere durch Längentheilung in zwei seitlich verbundene Zellen umwandelt; gleichzeitig aber hat auch die Grundzelle am Stengel sich ebenfalls in die Länge getheilt und dasselbe wiederholt sich auch noch weiter am Stengel abwärts. Diese Zellenvermehrung durch Theilung in den zwei genannten Dimensionen wiederholt sich namentlich an allen Basilarzellen des Blattes und den mit ihnen verbundenen Stammzellen (wobei jedenfalls auch eine Vermehrung der innern Stammzellen stattfinden muss), wenn ein breiteres Blatt entsteht, sie beschränkt sich aber auch bisweilen bloss auf das Längenwachsthum und einfache Quertheilung der Blattzellen, wodurch verlängerte schmale Blätter gebildet werden; oder es findet auch die Breitenentwickelung mehr über der Basis als an der Basis Statt, je nach den Blattformen, die gebildet werden. Wir sehen hieraus (und in diesem Falle waltet kein Zweifel ob, weil die Scheitelzelle des Blattes sich bald durch ihre Spitze kenntlich macht), dass die oberste Blattzelle, so wie sie als Scheitelzelle aus den Stammzellen seitlich heraustritt, ihre ganze weitere Ausbildung nach unten richtet und dass der eigentliche Bildungsherd des Blattes vorzugsweise an seiner Basis befindlich ist.

Daneben sind mir jedoch bei Bryum annotinum auch Fälle vorgekommen, wo die äussern verschiedenen und einfachen Zellenreihen Stellungen neben einander einnahmen, dass man weder wissen konnte, wo ihre Blattnatur anfing, noch aufhörte, obschon sie unterwärts und in verschiedener Höhe mit einander verwachsen, oberwärts aber frei waren, ohne sich jedoch auswärts zu biegen (Taf. 22. Fig. 5.). Diese Bildungen beweisen auf das unzweideutigste, dass die Elemente des Moosphytoms (die senkrechten Zellenreihen), welche die horizontale Gliederung desselben bedingen, ursprünglich weder Blatt- noch Stengelcharakter an sich tragen und der Unterschied zwischen beiden Organen erst später sich zeigt, wo durch das festere Verwachsen der untern Partien der Stengel

und durch das seitliche Abneigen der obern das Blatt erst zum Vorschein kommt. Man sieht aber auch hieraus, dass der untere (Stengel-) Theil durchaus zum Blatte, und dieses zu ihm gehört, ferner dass (in diesem speciellen Falle) ein solches Stengelelement nur einen Theil des Stengelumfangs bildet und dass der ganze Stengelumfang von einer Summe derjenigen Elemente gebildet wird, die sich unmittelbar an ihm betheiligen. Es ist mir aber auch ferner an diesem Moose vorgekommen, dass das Blatt sich am Umfang des Stengels und in (wenigstens theilweiser) flächenartiger Vereinigung mit ihm (als mantelartige Knospendecke der Stengelspitze) schon ziemlich ausgebildet hatte und durch allmäliges Lostrennen der ganzen Blattfläche als Knospenmantel erst frei wurde, so dass es den Anschein gewann, als schäle sich das Blatt in seiner ganzen Fläche als Zellenmantel der Stengelspitze ab, und diese Stengelspitze sei wiederum nichts Anderes als ein (Blatt-) Zellenmantel jüngerer Art u. s. w. Dieser Fall scheint namentlich später einzutreten, wo bei entwickeltern Moospflänzchen eine von mehreren Blättern gebildete Terminalknospe auftritt. Solche Knospenformen sind jedoch nicht so gut geeignet die Blattbildung genau zu erforschen, weil die Anfänge zu versteckt sind, während sie bei der ersten Entwickelung des Moospflänzchens offener da liegen[25]). Wenn wir nun ein weiter entwickeltes Blatt (z. B. Bryum annotinum, caespiticium, Hypnum serpens u. s. w.) betrachten, so sehen wir immer, dass dieselben Zellenreihen, welche das Blatt der Länge nach durchziehen, sich unmittelbar auch in dem Stengel nach unten fortsetzen. Kommen Zähne an dem Blattrande vor, so entstehen sie dadurch, dass die Spitze der Randzellen sich zuschärft und von der Blattaxe abbiegt. Die Moosblätter entwickeln niemals einen Stiel, sondern sind immer sitzend, immer flächenförmig und niemals gelappt. Viele bestehen nur aus einer Zellenlage, manche (Didymodon sphagnoides) aus zwei, andere aber zeigen dickere Längsstreifen als einfachen oder doppelten Nerv, welcher entweder sich bis zur Spitze des Blattes, oder auch darüber hinaus erstreckt, oder auch schon im Blatte selbst verschwindet, ehe er die Spitze erreicht hat. Diese Nerven bestehen immer aus mehreren Lagen (Bündeln) engerer, langgestreckter, steifer, dickhäutiger und fester Zellen, weshalb sie auch bei manchen Wassermoosen nach der Fäulniss der übrigen Blattsubstanz als stachelartige Borsten am Stengel zurückbleiben (Cinclidotus fontinaloïdes). Bei Mnium punctatum, Hypnum conspissatum und andern bilden sich auch solche nervige Verdickungen am Rande. Wo der Nerv sehr dick ist, wie z. B. bei den Polytrichoïdei, besteht das den

Nerven bildende „Gefässbündel" aus Bastzellen, welche sehr erweiterte und verlängerte Zellen einschliessen. Ausserdem finden sich hier auf dem Nerven der obern Blattfläche der Länge nach noch Lamellen aufgesetzt, deren Seitenflächen normal auf der innern Blattfläche stehen. Sie beginnen über der Blattscheide, wo dieselbe in die mehr ausgebreitete Blattfläche übergeht und ihre Zahl steht mit der Breite des Blattnerven in Verhältniss, die mittlern sind die längsten, die seitlichen werden mit der Entfernung kürzer. Ein Querschnitt durch das Blatt zeigt die Lamellen schon bei geringer Vergrösserung deutlich. *Treviranus* hat solche Lamellen auch bei Lyellia crispa und Gymnostomum ovatum nachgewiesen. (Linnaea 1841. XV. p. 305.) In den Zellenformen, welche die Moosblätter bilden, zeigen sich überhaupt noch manche Eigenthümlichkeiten. So bestehen die Blätter vieler Hypnumarten und anderer Moose aus wahren Prosenchymzellen und diese zeigen bei Dicranum auch seitliche Poren (I. Band, Taf. 11. Fig. 8.). Bei Orthotrichum sind die Blattzellen mehr rundlich; aber sie bilden nach aussen verdickte und warzenähnliche Hervorragungen; ähnlich verhält es sich bei Hypnum tamariscinum, wo die Hervorragungen noch länger und zugespitzt sind, so dass die Blätter ein stachliges Ansehen erhalten. Dass die Blätter von Sphagnum aus zweierlei (grössern, durchlöcherten, Spiralfasern führenden, und kleinern, mit körniger Substanz gefüllten, die grössern netzförmig umgebenden) Zellen gebildet sind, habe ich schon im ersten Bande §. 479. erwähnt. (Vergl. Taf. 12. Fig. 8.) Aehnliche Verhältnisse zeigen sich, mit einigen Abänderungen, bei Dicranum glaucum, Octoblepharum albidum und andern [26]).

§. 624.

Ueber die Stellung der Blätter sind bei den Moosen noch keine genügenden Untersuchungen vorhanden. Das Wenige, was wir durch *A. Braun* davon erfahren haben, zeigt indessen, dass dabei dieselben Regeln obwalten, welche wir später bei den höher entwickelten Pflanzen antreffen werden. Wahrhaft einzeilige Blätter, wie bei den Algen (Macrocystis) treffen wir hier nicht an; aber zwei- und mehrzeilige; bei den letztern wird die genaue Bestimmung, wegen der Kleinheit der Moose, oft sehr schwierig.

Blätter mit vertical angewachsener Blattbasis, bei welchen jede Spur von Scheidenbildung mangelt (wie z. B. bei Lophocolea bidentata), kommen bei Schistostega osmundacea vor. Allermeist aber umfassen die Blätter an der Basis einen Theil des Stengels, d. i. ihre (abwärts gehende) Blattspur bildet einen Theil des Sten-

gelumfangs. Auffallend ist die Aehnlichkeit der zweizeiligen Blätter von Fissidens und Conomitrium mit denen der Irideen; aber die Blätter der genannten Moose umfassen den Stengel nur halb und besitzen einen deutlichen Mittelnerv, der den Irideen (wenigstens bei Iris) fehlt; oder man kann auch sagen, dass das ganze Irisblatt keine Lamina hat, sondern nur ein sehr stark gekielter Nerv ist, der an der Basis sich scheidenartig spaltet. Bei Fissidens dagegen ist es die Lamina, welche die Scheide bildet und welche auch an der Basis mit dem Stengel verwachsen ist, wodurch das Blatt halbumfassend wird. Der übrige Theil des Blattes, den man gewöhnlich für die Lamina nimmt, ist dagegen nur ein aus kleinen rundlichen Parenchymzellen (wie die Lamina) gebildeter Kiel, der an der untern Seite sich höchstens bis an die Basis des Blattes (also unter der Lamina hinweg) erstreckt, oben aber nur bis zur Spitze der Lamina reicht. Dieser Kiel gleicht einer der Lamellen, die wir schon oben bei den Polytrichoideen kennen lernten, und wie diese besteht auch er nur aus einer einfachen Zellenlage. Bemerkenswerth sind noch die zwar vielzeiligen aber nach einer Seite zu gekrümmten Blätter (folia secunda) mancher Arten von Dicranum, Hypnum, Grimmia u. s. w. (Taf. 22. Fig. 6.)

§. 625.

Wir kommen jetzt zur weitern Betrachtung des Laubmoosstengels. Wir haben zwar oben gesehen, wie bei der Entstehung desselben seine Elemente mit denen des Blattes ganz dieselben sind und dass die Trennung von Blatt und Stengel erst in Folge der Abneigung der Blattaxe von der Stengelaxe eintritt; auch haben wir gesehen, dass die weitere Entwickelung des Blattes mit der Stengelbildung Hand in Hand geht. Dabei aber tritt der Unterschied zwischen diesen beiden Theilen immer stärker hervor, so dass sie zuletzt zwei ganz verschiedene Organe darstellen, wobei der Stengel als der Hauptheil, die Blätter aber nur als Nebentheile erscheinen. Wenn auch wirklich in der ersten Anlage des Stengels noch die Blattelemente sämmtlich nachgewiesen werden können, so dass derselbe aus verwachsenen Blattspuren zu bestehen scheint, so ist das späterhin keineswegs mehr der Fall, indem die sämmtlichen Elemente zu einem eigenen Körper so innig verwachsen, dass man gezwungen ist, denselben als ein besonderes Organ anzusehen. Die Form ist drehrund (Hypnum splendens) oder eckig; bisher sind mir indessen nur fünfeckige Formen (Polytrichum, Hypnum rutabulum) vorgekommen. In der frühesten Jugend ist der Stengel durchweg aus länglichen, dünnhäutigen Parenchymzellen gebildet,

die sämmtlich gleichartig und gleichgross sind; später aber ändern sich die Zellenformen, indem (namentlich bei den perennirenden Moosen) alle Zellenwände mehr oder weniger sich verdicken und verholzen. Bei Hypnum splendens und Polytrichum commune sehe ich sogar vereinzelte Poren in den Wänden, und zwischen denselben sehr feine lockere Spiralfibern. Diese Moose haben daher einen wahren Holzstengel, der aus einem Holzringe besteht, welcher ringsum geschlossen ist. Die engsten Zellen liegen zu äusserst, sie haben die dicksten Wände und sind braun oder gelb gefärbt. Die darauf folgenden sind farblos und weiter; sie stossen auch nicht mit zugeschärften (schiefen) Enden zusammen, wie jene, sondern mit horizontalliegenden. Bei Hypnum splendens werden sie bis in die Mitte immer weiter und dünnhäutiger; die mittlern bilden eine Art Mark; bei andern dagegen ist ein besonderer kleiner, scharf abgeschlossener Markcylinder von weiten Zellen vorhanden, der von sehr engen Zellen umgeben ist (Polytrichum commune, Hypnum rutabulum).

Bei manchen Moosen ist der Stengel sehr kurz und einfach, bei andern wieder länger und ästig. Die Aeste bilden sich aus Knospen in Blattachseln und entspringen, wie die Blätter, entweder ringsum, nach allen Seiten hin, oder auch nur nach zwei entgegengesetzten Seiten, und zwar letzteres nicht nur bei zweizeilig beblätterten Stämmen, sondern auch bei vielzeiligen. Es zeigt sich bei den letztern eine grosse Regelmässigkeit darin, dass die Aeste nur aus denjenigen Blättern entspringen, deren Blattaxen gegen einander eine halbe oder ganze Kreisdrehung machen, d. i. deren Differenz zu einander $\frac{1}{2}$ oder $\frac{1}{1}$ beträgt; im ersten Falle wechseln die Aeste ab und stehen auf entgegengesetzten Seiten, im zweiten Falle aber stehen sie genau über einander in derselben Reihe. Auf diese Weise entstehen die schönen einfach gefiederten Stämme bei Hypnum abietinum und crista castrensis, die doppelt gefiederten bei Hypnum delicatulum und splendens, die dreifach gefiederten bei Hypnum tamariscinum.

§. 626.

Laubmooswurzel. Die primäre Laubmooswurzel kommt nur bei dem confervenartigen Moosstengel vor, dem Laubstengel fehlt sie ganz, denn er entwickelt sich aus einem Zweige jenes Primärstengels. Aber die untern sowol, wie die obern Zellen des Laubstengels bringen Adventivwurzeln hervor, welche sämmtlich die Form der Primärwurzel und der Adventivwurzeln des Primärstengels haben. Sie sind nämlich mehr oder weniger verästelte,

ungegliederte, und nach unten oft sehr dünn verlaufende, schlauchartige, einzellige Fasern, welche, in der Jugend farblos, im Alter braun werden, indem sich die Zellenwand allmälig in Humin verwandelt. Es leuchtet hieraus ein, dass nicht alle faserigen und „confervenartigen“ Gebilde, welche man noch an dem Moosstämmchen findet, Wurzeln sind, sondern dass namentlich die gegliederten Formen sämmtlich den appendiculären Organen (§. 540.) angehören.

§. 627.

Die appendiculären Organe sind einfache oder verästelte gegliederte Haare, deren Glieder meist einzellig sind, wie bei Conferva. Diese Haare überziehen oft den Stengel wie ein dichter Filz oder eine krause braune Wolle (Bartramiae, Orthotricha, Mnia, Hypna u. s. w.); oder sie stehen weniger dicht und haben mehr Aehnlichkeit mit mehrspaltigen schmalen Blättern, indem sie nach der Basis zu aus mehreren flächenförmig verbundenen Prosenchymzellen (wie gewisse Hypnumblätter) bestehen, z. B. bei Hypnum splendens. Diese Haare entspringen unmittelbar aus den jungen Zellen der äussersten Stengelschicht zwischen den Laubblättern. Es kommen aber auch Haare aus den Zellen der Blätter (Orthotrichum Lyellii, Barbula paludosa); namentlich ist Calymperes Lonchophyllum ausgezeichnet, bei welchem die zum Blattnerv verwachsenen Zellenreihen aus der Blattspitze unverwachsen hervortreten und als freie Fäden erscheinen. Merkwürdig ist, dass die Haare bei Bryum annotinum zuweilen an ihrer Spitze mehrzellige Knoten entwickeln, welche an die mehrzelligen Drüsenköpfe mancher Haare bei den Phanerogamen erinnern; aber jene Knoten scheinen Keimorgane zu sein. Auch sind die Haare der Moose überhaupt den appendiculären Organen der Phanerogamen dadurch (physiologisch) unähnlich, dass sie, von der Mutterpflanze getrennt, fähig sind, selbständig fortzuwachsen, Wurzeln zu schlagen und auch Laubstengel zu entwickeln, überhaupt sich wie ein primäres Moosstengelchen zu verhalten, dem sie auch in der Bildung gleichen. Bei Orthotrichum Lyellii und Bryum pseudotriquetrum habe ich die Blätter von ihrem Stengel getrennt, dann noch lebend, aber einzeln, auf feuchten Sand unter eine Glasglocke gelegt und so die Zellen der Blätter zu primären Moosstämmchen auswachsen sehen, aus denen sich späterhin auch Laubstämmchen entwickelten. Ich habe eines dieser künstlich erzeugten Gebilde in meiner „Phycologia generalis“ Tab. 13. abgebildet.

§. 628.

Gonidien. Aus den eben erfolgten Mittheilungen sehen wir, dass bei manchen Moosen fast jede beliebige Zelle die Rolle eines Gonidiums, d. i. einer Fortpflanzungszelle, übernehmen kann. Bei einer einheimischen Moosart (Gymnocephalus androgynus) kommen jedoch besondere Organe vor, welche eigenthümliche Gonidien vorstellen. Bei diesem Moose wächst nämlich die Spitze des aufrechten beblätterten Stengels in einen nach oben hin blattlosen Stiel aus, welcher dieselbe Structur wie der Stengel hat. An der Spitze dieses Stieles bildet sich ein Köpfchen, indem die Zellen desselben sich auflockern und nach aussen hin sich frei entwickeln. Diese äussern Endzellen sind an ihrem Ende zugespitzt und schwellen zu eiförmigen, zugespitzten, mit grüner körniger Substanz gefüllten Körperchen an, welche, wie es bei einzelnen den Anschein hat, zuletzt mehrzellig werden (Taf. 22. Fig. 13. a. b. c.).

§. 629.

Die Moosblüthe. Da ich die Moosanthere nicht in den sogenannten Antheridien, sondern in der sogenannten Büchse suche, und diese mit ihrem Zubehör für die eigentliche (monandrische) Blume halte, so nehme ich den Theil, den manche Botaniker für die Blume ansehen, für den Blumenstand. Dieser Blumenstand hat das Ansehen einer Knospe, weil er aus sehr verkürzten Stengelgliedern mit veränderten Blättern (Deckblättern, Hüllblättern, die man auch Perichätial- und Perigonialblätter nennt) besteht, welche sogar oft seitlich zu einer Scheibe (wie das Blumenköpfchen der Compositen) vereinigt sind. Diese Knospen sind bald gipfelständig (Bryum, Polytrichum), bald seitlich in Blattachseln (Hypnum). Sie enthalten ausser zahlreichen Paraphysen (welche ganz denen der Algen gleichen und keine Haftfasern oder Wurzeln sind, wie *Nees von Esenbeck*, *Hornschuch* [„Bryol. germ.“ p. XVI.] und *Schleiden* [„Grundzüge.“ II. 72.] angeben) noch die Anfänge der Moosblume und Antheridien. Bei gewissen Gattungen (Polytrichum, Mnium) sind die Blumen und Antheridien für sich allein auf besondern Individuen, in den meisten Fällen aber sind sie mit einander in einem Stande vereinigt.

§. 630.

Die Blume ist hinsichtlich ihrer Entwickelung noch nicht genau erforscht. In ihrem Jugendzustande hat man sie bisher unrichtig als Pistill, Fruchtkeim (germen) bezeichnet. Sie stellt

in dieser Zeit ein längliches Zellenkörperchen dar, von welchem sich allmälig die äussere Lage als eine allgemeine sackförmige Hülle ablöst, in welcher noch ein Kern enthalten ist, der aus einer Masse von zarten kleinen, durch körnigen saftigen Inhalt sehr bildungsfähigen und in lebhafter Vermehrung begriffenen Zellen besteht, während die äussere Hülle ihre Entwickelung ziemlich abgeschlossen hat und sich nur höchstens noch durch Dehnung ihrer Zellen vergrössert. Sie ist unten durch den eingeschlossenen Kern bauchig erweitert und läuft nach oben in eine dünne röhrenförmige Spitze aus, die am Ende wieder ein wenig sich erweitert. Ich halte diese Hülle für ein scheidenförmiges Blattorgan. Der Kern verlängert sich nun allmälig in einen mehr oder weniger langen cylindrischen Körper, wobei sich seine anfangs kugelartigen Zellen in die Länge strecken. Da sich aber die Hülle nicht in der gleichen Weise ausdehnt und streckt, so trennt sie sich durch einen horizontalen Riss in einen untern scheidenartigen (vagina, besser spatha) und einen obern Theil, welcher Mützchen (calyptra) genannt wird (Taf. 22. Fig. 7. a.). Aehnliche Erscheinungen bietet das Involucrum des Blüthenköpfchens bei Allium vineale dar, welches auch in der Mitte quer durch reisst und theils als zerschlitzte Blustenscheide (spatha) unten zurückbleibt, theils als leicht abfallendes Mützchen oben auf sitzt. Nur bei Sphagnum reisst die Hülle oben an der Spitze durch und bleibt ganz als Blumenscheide an der Basis sitzen, wie bei den Lebermoosen. Bei weiterer Entwickelung unterscheiden wir nun an dem bisherigen Kern den untern Theil als Stiel (auch Borste, seta [Fig. 6. b.], genannt) und den obern Theil, welcher die Sporen entwickelt, und Moosbüchse (theca) genannt worden ist (Fig. 6. c. — 7. 8.). Der Stiel geht in die Basis der Büchse entweder allmälig über, oder es bildet sich an der Grenze zwischen beiden ein Ansatz (apophysis), welcher verschiedene Formen annimmt und am ausgezeichnetsten bei Splachnum auftritt. Die Büchse entwickelt sich bald mehr kugelig, bald mehr eiförmig, länglich, birnförmig, gerade oder schief, drehrund oder eckig. Sie sondert sich zunächst in zwei wesentliche Theile, einen äussern und einen innern; der innere ist der Sporensack, welcher die Sporen entwickelt. Der äussere Theil gliedert sich in einen untern, die eigentliche Büchsenwand (Fig. 7. c.), und einen obern, das Deckelchen (operculum, Fig. 7. b.), auf welchem das Mützchen (Fig. 7. a.) sitzt. Zwischen dem Deckelchen und der Büchsenwand befindet sich oft noch eine ringförmige Lage von drei bis vier Zellenreihen, welche sich bei der Reife ablöst

und der Ring (annulus) genannt wird. In einigen Fällen bleibt das Deckelchen beständig mit der Büchse verwachsen (Phascum, Voitia) und die Sporen können sich nur aussäen, wenn die Büchse verfault ist; in der Regel aber springt das Deckelchen von selbst zur Zeit der Reife ab, indem die entsprechenden Zellgewebspartien sich freiwillig von einander ringsum trennen. Dann ist die Büchse meist geöffnet. An dieser geöffneten Büchse unterscheidet man nun die Mündung (peristomium), welche entweder kahl (p. nudum) oder mit einem einfachen (Fig. 8. b.) oder doppelten Kranze von Zähnen (peristomium simplex s. duplex) besetzt ist. Die Zähne (dentes) des äussern Peristoms (Fig. 9.) sind derber und mit dunklern Querstreifen gezeichnet, auch ist ihre Farbe gelb, braun oder roth; ihre Zahl ist 4, 8, 16, 32, 64. Das innere Peristom ist aus zartern dünnern und farblosen Zellentheilen gebildet und spaltet sich in ähnlicher Weise, nur dass hier noch breitere Theile, Fortsätze (processus [Fig. 10. a.]) genannt, mit schmälern, Wimpern (cilia) (Fig. 11. b.), in demselben Kreise abwechseln; die Fortsätze alterniren auch mit den Zähnen. In gewissen Fällen sind die Zähne, in andern die Fortsätze theilweise oder ganz mit einander verwachsen. Die besondern Formen des Peristoms geben ein wichtiges Mittel zur Begründung der Moosgattungen ab. Ist die Büchse nun durch das Deckelchen geöffnet, so findet sich mitunter (bei Polytrichum, Hymenostomum) noch ein Häutchen, das Zwerchfell (epiphragma), welches die Büchse verschliesst, bei Polytrichum aus einer der innern Schichten der Büchsenwand entspringt und das Peristom mit einschliesst. Ich halte es für die innerste Deckelwand, die hier normalmässig sitzen bleibt, wenn das Deckelchen abspringt, in andern Fällen aber mit demselben in Verbindung bleibt. In der Mitte der Büchse befindet sich noch eine centrale Zellgewebmasse, welche als Säulchen (columella) bezeichnet wird. Das Säulchen entwickelt bei Dawsonia an seinem Saume noch ein drittes, aus zahlreichen haarartigen Wimpern bestehendes Peristom, welches die Form eines Pinsels besitzt. Zwischen diesem Säulchen und der Büchsenwand liegt ringsum, bei drehrunden Büchsen fast cylinderartig, der Sporensack. Dieser ist in der Reife seitlich (wenigstens bei mehreren Polytrichumarten) fast ganz von den übrigen Theilen der Büchse getrennt, oder hängt mit denselben nur durch wenige ästige Fasern zusammen; inniger ist dagegen die Verbindung mit dem obern und untern Theil der Büchse [27]). Macht man in der Zeit, wo sich die Sporen zu bilden beginnen, einen Querschnitt durch die Büchse von Catharinea undulata, so bemerkt man von aussen nach innen folgende Schichten, in welche sich die Büchse gliedert:

1) Vier Zellenschichten (Fig. 12. a.), welche die Büchsenwand bilden; die äusserste Zellenlage besteht aus verdickten, festen Zellen, die ausserdem nach aussen noch eine stark entwickelte Cuticula erkennen lassen. Die Zellen der innern Schichten sind dünnhäutig, haben ein grösseres Lumen und besitzen, wie die äussere, kleine zerstreute Chlorophyllkörner.

2) Fünf Zellenschichten (Fig. 6. b. c. d.), welche von den vorigen durch einen dunkeln Saum (von dazwischen befindlicher Luft herrührend, deren Abscheidung in diesem Raume auch die Ursache der Trennung der vorher eng verbundenen Zellenschichten ist) getrennt wird. Von diesen fünf Schichten bilden vier (Fig. b. b.), zwei äussere und zwei innere, die äussere und innere Wand des Sporensacks, die fünfte, mittlere (Fig. c. d.) entwickelt sich zu Sporen auf folgende Weise. Sämmtliche fünf Schichten sind anfangs mit einander vollständig verwachsen. Die Zellen enthalten sämmtlich in reichlicher Menge Chlorophyllkörner, welche in den Zellen des Sackes rosenkranzähnliche und gekrümmte Reihen bilden; in den Zellen der Sporenschicht aber trennt sich der körnige grüne Zelleninhalt in vier oder mehr Partien (Fig. c. d.), welche die Kerne von Tochterzellen werden, die sich auch bald mit einer Gelinmembran umkleiden, aber nicht verwachsen, sondern sich lose neben einander legen; diese Tochterzellen sind die Mutterzellen der Sporenzellen, welche sich auf ähnliche Weise (durch Theilung des Zellenkernes) erzeugen, aber mit einer Proteïnhaut umkleiden. Die Mutter- und Grossmutterzellen werden dabei aufgelöst, und die Sporen liegen dann lose und trocken in ihrem Sporensacke. Dieser scheint sich indessen mit seiner innern Wand nicht immer von dem Säulchen zu lösen, sondern bisweilen mit demselben in Verbindung zu bleiben; so bei Catharinea und Orthotrichum. Bei Hypnum serpens kommt, nach den Untersuchungen von *Lantzius-Beninga*, eine noch weiter fortgesetzte dreimalige, bei Polytrichum aber eine viermalige Theilung des Zellenkernes vor, ehe die Sporen sich entwickeln.

3) Die innerste Markschicht (Fig. 12. e.), welche die Axe oder das Säulchen bildet und aus sehr weiten, dünnhäutigen Parenchymzellen besteht, deren innerste nur wenige, zerstreute und sehr kleine Chlorophyllkörner besitzen.

Die Entstehung des Peristoms geht bei gewissen Gattungen (Dicranum, Barbula) auf folgende Weise vor sich:

An der Bildung der Zähne nehmen zwei Zellenschichten (Zellenringe) Theil, deren eigenthümliche Entwickelung unterwärts in der Region des annulus beginnt. Diese beiden Schichten liegen

zwischen dem Deckelchen und dem innern, sehr grosszelligen Parenchym, welches eine Fortsetzung des Säulchens ist und späterhin verschwindet. Sie werden aus sehr grossen Zellen gebildet, wovon die eine immer doppelt so breit ist, als die andere. Von diesen Zellen bekleiden sich die an einander stossenden Wände mit einer sehr bedeutenden Verdickungsschicht, während diejenigen Seiten der Zellenwand, die an andere Zellen stossen, frei davon und daher dünnhäutig bleiben. Wo noch ein inneres Peristom vorhanden ist, da geschieht die Verdickung der an einander stossenden Zellenwände auf ähnliche Weise, nur ist sie ungleich geringer. Am äussern Peristom nimmt bei Hypnum in der Regel die vierte und fünfte Zellenschicht (von aussen nach innen) Theil, am innern aber die fünfte und sechste. Man sieht hieraus, dass dieselben Zellen mit ihrer Aussenwand das äussere, mit ihrer innern aber das innere Peristom bilden helfen. Die beiden Peristomkränze entstehen nun auf die Weise, dass die Zellen, welche die Zähne und Fortsätze bilden, zerreissen, und daraus ergibt sich, dass diese Organe nicht aus Zellen, sondern aus regelmässig abgerissenen und verwachsenen Theilen von Zellenwänden bestehen. Das Zerreissen ist ebensowol ein concentrisches — und dieses hat die Trennung des Peristoms vom Deckelchen, so wie auch die Trennung des äussern vom innern Peristom zur Folge — als auch ein radiales — und dadurch entsteht die peripherische Gliederung des Peristoms, die Bildung der Zähne, Fortsätze und Cilien. (Taf. 22. Fig. 10.)

Bei Tetraphis wird das Deckelchen nur aus der äussersten Zellenschicht (Zellenmantel) gebildet; nach dem Abfallen spaltet sich das innere, kegelförmige Zellgewebe in vier Glieder, welche die Zähne des Peristoms bilden. Bei Polytrichum (Taf. 22. Fig. 11.) bestehen die Zähne aus sehr verdickten Faserzellen, welche nur in der Jugend einen körnigen Inhalt erkennen lassen, im Alter aber so verholzen, dass ihr Lumen auf Null reducirt wird. Die Faserbündel scheinen übrigens hier in dem Rande des Epiphragma zu entstehen, und sich erst später von demselben zu trennen, wenigstens sieht man in dem Epiphragma die Lücken, in welchen die Zähne gesteckt haben.

Bei Schistostega ist (nach den Angaben der Bryologen) auch das Deckelchen mit radialen Spalten versehen; bei Andreaea aber spaltet sich die Büchse von oben nach unten in vier Klappen, wie die Sporenhülle der Jungermannieen, während das Deckelchen ganz bleibt.

Der Ansatz an der Basis der Büchse enthält Spaltöffnungen. Der Stiel der Büchse ist ziemlich wie der Stengel gebildet, nur

besteht die Mitte aus losen, parallelen, senkrecht gestellten und gegliederten Fäden, welche aus zarten, hellen Zellen gebildet sind.

§. 631.

Soll ich nun nach den Betrachtungen der Theile der Moosblüthe eine Deutung derselben wagen, so möchte ich die Büchsenwand als Stengelorgan ansehen; das Deckelchen aber und die Zähne als Blattorgane gelten lassen. Die Zähne entstehen allerdings durch Zerreissung von Zellen oder von Zellgewebspartien; aber bei den Fruchtblättern der Phanerogamen kommen ebenfalls Gliederungen durch Zerreissung der Zellgewebspartien vor. Die Blattorgane entstehen nun einmal nicht alle auf dieselbe Weise (was wir auch schon bei den Algen gesehen haben). Das durchgreifendste Merkmal des Blattes ist — im Vergleich mit dem Stengel — nur in dem beschränktern Spitzenwachsthum zu suchen. Wo sich aber mehrere Stengelglieder an einander fügen, da wird das Blatt noch durch eine laterale oder peripherische Stellung ausgezeichnet. Durch diese Stellung wird es zur Hülle für die folgenden jüngern Glieder. Das nächste, aber unentwickelte Stengelglied der Moosbüchse ist die Basis des Sporensacks. Ob dieser aber als ein umfassendes Stengelglied, oder als ein scheidenartiges Blatt anzusehen sei, ist schwer zu entscheiden; nur so viel ist gewiss, dass der Sporensack wieder das letzte Stengelglied (das Säulchen) einschliesst, mit dem er sogar in gewissen Fällen verbunden bleibt. Die Spaltung der Büchsenwand bei Andreaea, welche an die der Sporenhülle der Jungermannieen erinnert, ist gleichwohl nicht mit dieser zu vergleichen, sondern entspricht mehr der Längstheilung der Stämme tropischer Schlinggewächse.

§. 632.

Von dem Mützchen der Moose (Fig. 7. a.) ist noch zu erwähnen, dass es anfangs, nachdem es schon von dem untern Theile sich getrennt und mit dem eingeschlossenen Kerne in die Höhe gehoben hat, noch eine Zeit lang mit der Spitze des Kernes (dem künftigen Deckelchen) in organischer Verbindung bleibt, deshalb auch noch mit wächst, und gewisse normale Veränderungen erleidet, wodurch es geschickt wird, Merkmale für die Gattung abzugeben, wie das Peristom. Dieses Mützchen erweitert sich entweder mit der Büchse und bildet auf derselben eine glockenförmige Decke (Encalypta, Grimmia, Racomitrium), welche nur am untern Rande gezähnt oder gekerbt ist; oder es erweitert sich nicht hinlänglich und platzt dann seitwärts mit einem Spalt von unten nach

oben auf (Dicranum, Weissia). Die Zellen, woraus das Mützchen besteht, sind bald enger, bald weiter und bilden häufig eine einfache Lage. Nur wo das Mützchen der Länge nach genervt ist, wie bei Ulota, sind die Nerven aus Bündeln von verholzten Faserzellen gebildet, die sich jedoch erst später erzeugen. Bei dieser Gattung wachsen auch die Faserzellen als steife, gegliederte, aufrechte Haare aus, welche aus zwei bis drei neben einander liegenden dickhäutigen, gestreckten Zellen bestehen und mit ihren obern Spitzen zahnartige Vorsprünge bilden, wie man sie bei manchen Pappushaaren der Compositen antrifft. Sehr interessant ist die Mütze bei Polytrichum. Sie sieht von aussen zottig aus und scheint die Büchse ringsum gleichförmig zu bedecken. Bei näherer Betrachtung finden wir aber das eigentliche Mützchen inwendig als sehr weit von unten nach oben aufgespalten und unten ringsum wie abgeschnitten, ohne alle Zähne oder Spalten; es lässt sich auch von der Filzdecke trennen und man bemerkt alsdann, dass diese letztere oben in der Spitze des Mützchens entspringt, übrigens aber abwärts gar nicht weiter mit ihm zusammenhängt. Das Mützchen ist auch an seiner Aussenfläche ganz kahl und eben, ohne Nerven, und aus sehr langen, parallelen, röhrenförmigen Zellen, die einen körnigen Inhalt haben, und nur eine einzige Lage bilden, zusammengesetzt. Nur an der Aussenseite seiner Spitze entspringen Haare, welche einen steifen, aufrechten Büschel bilden und aus (später gelbgefärbten und sehr verdickten) Bastzellen bestehen; an ihrer Basis aber verlängern sich diese Haare sehr bedeutend abwärts, behalten die Bastzellenform bei, krümmen sich mehr oder weniger, und verästeln und verflechten sich zu einem ringsum die Büchse überziehenden Dache, wobei sie sich noch tiefer hinab erstrecken, als das wahre innere Mützchen selbst.

§. 633.

Die Antheridien (Tab. 22. Fig. 14.) sind gewöhnlich längliche, kurz gestielte Körperchen. Bei Sphagnum sind sie verkehrt eiförmig und länger gestielt, denen der Jungermannieen ähnlich. Sie bestehen aus einem Säckchen und einem Kern. Das Säckchen ist an der Spitze geöffnet und besteht (bei Polytrichum) aus länglichen Zellen, welche Chlorophyllkörner enthalten und in gleicher Höhe mit einander verbunden sind. Drückt man das Säckchen zwischen zwei Glasplatten, so kommt aus der obern Oeffnung eine wolkig-schleimige Masse hervor (Fig. 14. a. b.), welche bei genauer Betrachtung aus verbundenen kugelrunden Schleimzellen besteht, die anfangs eine sehr feinkörnige, in eine gekrümmte Linie

geordnete Substanz enthalten (Fig. c. d.), welche sich später zu einem freien Spiralfaden entwickelt (Fig. e. f.). Dieser ist 1½—3mal gewunden und scheint sich in der verschlossenen Zelle stets ruhig zu verhalten. Wenn jedoch Wasser in die Zellen dringt, so fängt jeder Faden innerhalb der Zelle an sich zu drehen. Häufig bewegt sich ein solcher drehender Faden aus der Zelle heraus und setzt die Bewegung noch eine Zeitlang im Wasser fort.

§. 634.

Die Substanz der Membran der Mooszellen besteht gewöhnlich aus Gelin. Die verholzten braunen Zellen, welche die äussere Lage des Stengels und des Büchsenstieles bilden, enthalten Proteïn. Die Zellen des Stengels und Büchsenstiels enthalten bei Polytrichum viele Oeltröpfchen. Die Laubblätter enthalten viel Chlorophyll, mit Ausnahme der von Sphagnum, Dicranum glaucum und einigen andern. Hier kommen auch noch andere Besonderheiten vor. Während bei den Phanerogamen die Holzzellen in der Jugend aus Gelinsubstanz bestehen, welche mit dem Alter sich in Bassorin umwandelt (§. 404.), bestehen die jungen Zellen der Blätter von Sphagnum aus Bassorin, die ältern aber aus Gelin. (Vergl. auch *Schleiden*, „De notione folii et caulis.“ p. 9.)

Sechstes Capitel.

Die Farne. (Filices.)

§. 635.

Die Sporen der Farne gleichen denen der Laub- und Lebermoose; sie haben (sämmtlich?) Warzen oder Stacheln auf ihrer Oberfläche, wie manche Pollenkörner. Ich habe am 30. Juni 1839 Sporen von Polypodium Filix mas gesäet, und es zeigten sich am 1. September die ersten jungen Keime (Tab. 23. Fig. 2.). Ausserdem sind späterhin, theils von mir, theils von meinem Freunde *Wallroth* Keimversuche gemacht worden mit Pteris serrulata, Polypodium calcareum, Aspidium fontanum und Struthiopteris germanica, von denen ich verschiedene Zustände untersucht und gezeichnet habe. Theils nach diesen eigenen Untersuchungen, theils nach den neuern Mittheilungen von *Wigand* („Bot. Zeitg.“ 1849. 17.), besonders aber von *Schacht* („Bot. Zeitg.“ 1849. 537. und „Lin-

naea", 1849. 753.) gebe ich in dem Folgenden die Entwickelungsgeschichte, so weit sie jetzt bekannt ist.

Beim Keimen der Spore (Taf. 23. Fig. 1. a.) dehnt sich die von der Proteïnhaut eingeschlossene Gelinzelle aus und durchbricht jene Haut an einer oder mehreren Stellen. Es tritt sogleich ein Gegensatz im Wachsthum auf, indem das eine Ende sich zu einem ungegliederten schlauchartigen Würzelchen, das andere zu einem, aus einer einfachen Zellenreihe bestehenden Stengelchen, dessen Glieder nicht zahlreich (zwei bis sechs) sind, bildet. Die Zellen des Stengelchens enthalten Chlorophyllkörner; der Inhalt des Würzelchens ist farblos. Aus der Endzelle des Stengelchens entsteht durch Theilung ein flächenförmiger zweilappiger Farnkörper, der grösstentheils aus einer Zellenschicht besteht; nur an der untern Seite, welche noch zahlreiche haarförmige Wurzeln entwickelt, zeigt sich späterhin eine aus mehreren Zellenlagen bestehende polsterartige Verdickung, welche von vorn nach hinten den blattförmigen Primärstamm in der Mitte durchzieht (Fig. 6.). Auf derselben Rückseite zeigen sich nun noch zweierlei Organe:

1) Antheridien, welche von *Naegeli* 1844 (Siehe dessen „Zeitschrift für wissenschaftliche Botanik". I. 168.) entdeckt wurden. Sie finden sich oft schon sehr früh vor und sitzen dann nicht selten auch am Rande (Fig. 1. d. d. Fig. 3. Fig. 4.). Sie entstehen durch Aussackung einer Zelle und bilden im ausgebildeten Zustande ein drüsenartiges, fast kugelförmiges Körperchen, dessen Wand aus mehreren (nach *Schacht* aus mindestens neun) Zellen besteht. Der Inhalt enthält Schleimzellen mit beweglichen Spiralfäden, welche aus einer obern Oeffnung des Antheridiums hervorbrechen und sich bewegen, wenn man die Körperchen im Wasser liegen hat (Fig. 3.).

2) Knospen, aus denen sich der Blumenstengel der Farne entwickelt. Sie wurden zuerst von *Leszcyc-Sumiński* unterschieden und finden sich an der polsterförmigen Verdickung des Primärstengels mehr nach vorn, während die Antheridien mehr nach hinten stehen. Ihre Anzahl beträgt etwa 2—20, aber es kommt von ihnen meist nur eine zur Entwickelung. Sie gleichen den sogenannten „Pistillen" der Laub- und Lebermoose. Sie bestehen anfangs aus einem kleinen Zellenkörperchen (Knospenkern [*Sumiński*], Keimorgan [*Schacht*]), das sich warzenförmig erhebt (Fig. 4. b.). Im Innern desselben und zum Theil in dem Polster entsteht eine Höhle, welche anfangs geschlossen ist, späterhin aber nach aussen in der Spitze des Wärzchens sich öffnet. Die Basis dieser Höhle, welche in dem Polster liegt, ist kugelförmig erweitert. Die Höhle

ist mit Schleim ausgefüllt. Ob ihre innere Wand mit einer Zellenhaut ausgekleidet ist, welche den Schleim einschliesst, darin stimmen die Angaben der Beobachter nicht überein. Aber so viel steht fest, dass sich im Grunde der Höhle Zellen bilden, welche sich zu einem innern Zellenkörperchen vereinigen, das von den Wandzellen des erwähnten primären Knospenkörperchens eingehüllt wird, wie der junge Sporenkörper eines Lebermooses von seiner „calyptra". Dadurch wird das primäre Knospenkörperchen zur Knospendecke. Diese Knospendecke wird bei der weitern Entwickelung ihres vielzelligen Kernes an zwei entgegengesetzten Seiten (nicht aber an ihrer Spitze) durchbrochen, indem sich der Kern, als Keim des Blumenstengels, einerseits zu dem Stengelchen, anderseits zu einem vielzelligen Würzelchen verlängert (Fig. 5. 6. bis 12.). Dass letzteres nicht die Primitiv- oder Hauptwurzel der Farne sein kann, leuchtet ein, es ist nur die erste Adventivwurzel des Blumenstengels. Wie sehr nun auch der Anfang eines Farns mit dem eines Lebermooses übereinkommt, so sehr gehen doch beide Pflanzengruppen bei der Entwickelung ihres Blumenstengels aus einander, indem derselbe bei den Lebermoosen so bald vorübergehend, hinfällig und klein erscheint, während er bei den Farnen häufig ein unbegrenztes (endloses) Wachsthum besitzt und sich so überwiegend entwickelt, dass man den ersten hinfälligen Zustand des Farnkörpers, welcher nach der Bewurzelung des Blüthenstammes bald untergeht, bisher grösstentheils als etwas Unbedeutendes übersehen und seine Aufmerksamkeit vorzugsweise dem Blüthenstamme allein zugewendet hat [28]).

§. 636.

Der junge Blüthenstamm wird anfangs noch ganz von dem blattähnlichen Primitivstämmchen, mit welchem er durch seine Zellenmasse seitlich verwachsen ist, ernährt; er entwickelt in dieser Verbindung noch mehrere Stengelglieder, von denen jedes seine Adventivwurzel in die Erde sendet, bis er durch diese Bewurzelung selbständig fortwächst und das Primitivstämmchen abstirbt (Fig. 12.). Man hat das Primitivstämmchen in Folge seiner Kleinheit unrichtig Vorkeim, auch Samenblatt (Cotyledon), genannt; aber es ist weder das E i n e noch das A n d e r e. Ein Keim ist immer etwas Unentwickeltes; das Primitivstämmchen aber ist ein vollständig entwickeltes Glied des Farnkörpers, es ist ein Knospenstengel ohne entschiedene Blattbildung; aber dieser Knospenstengel ist nicht perennirend, wie der Eichbaum, sondern hinfällig, dagegen ist der Blüthenstengel der Farne perennirend und der der Eiche hinfällig.

Die ersten Glieder des Blüthenstengels sind (in den bisher beobachteten Fällen) sehr kurz, aber sogleich mit Blättern versehen. Die ersten Blätter sind Vorblätter (Fig. 12. a. b. c.); die folgenden, welche die Sporenblätter entwickeln, sind Blumenblätter (Fig 13.). Die Vorblätter sind oft einfach gebildet, auch kleiner, als die Blumenblätter. In gewissen Fällen (Scolopendrium) sind auch die Blumenblätter von einfacher Form.

§. 637.

So wie an dem jungen Blumenstengel das erste Vorblatt etwas entwickelt ist, bemerkt man auch in der Mitte des Stengels, der Wurzel und des Blattstiels ein kleines Gefässbündel (Taf. 23. Fig. 9.). Dasselbe ist aber nicht vor dem Blatte zugegen, sondern zeigt sich erst, nachdem die deutliche Trennung des ersten Blattes von dem folgenden Stengelgliede eingetreten ist. Das zweite Blatt entsteht dem ersten gegenüber; bei seinem Anfang ist ebenfalls noch kein Gefässbündel in ihm enthalten, sondern dieses entsteht erst später; es kann daher auch nicht die Ursache der Blattbildung sein; aber man sieht von dem ältern Gefässbündel bald einen Zweig nach dem jungen Blatt abgehen, und es zeigt sich auch bei allen folgenden Blättern, dass die jüngern mit einem der ältern durch ein herabgehendes Gefässbündel im Stamme vereinigt sind. Bei quer durchschnittenen Stämmen (von Polypodium Filix mas) sehen wir so viele Bündel im Stamme als Blätter an ihrer Basis sich an der Bildung des Stammumfanges betheiligen [29]). Diese Bündel stehen im Stamme ringsum, wodurch das übrige Gewebe in Mark und Rinde geschieden wird; auf ihrem Wege nach oben und unten verlaufen sie in Krümmungen, durch welche sie sich vereinigen und ein netzartiges Geflecht bilden. Wo ein Blatt abgeht, trennt sich auch ein Zweig von einem Gefässbündel ab und biegt sich nach aussen, um in den Blattstiel hinein zu treten. Alle an der Aussenseite des Stengels senkrecht über einander stehenden Blätter haben ein gemeinschaftliches Gefässbündel. Diese bestehen aus Treppengängen (§. 481. 6.) und sind gegen das umgebende Gewebe scharf begrenzt. (Geschlossene Gefässbündel, nach *Schleiden*. §. 519. d. Taf. 18. Fig. 2. 3.) Der übrige Körper des entwickelten Stengels zeigt ein Gewebe von dickwandigen porösen Prosenchymzellen, deren Poren ganz durchgehen. Die innersten Schichten dieser Zellen sowol wie die äussersten (Mark und Rinde) sind braun gefärbt, eben so diejenige Schicht, welche die Gefässbündel umschliesst; die übrigen aber sind weiss und enthalten Amylon.

Die Stengelglieder liegen im Stamme zu mehreren neben einander und biegen sich da, wo sie allmälig in den Blatttheil übergehen, wie die Gefässbündel, nach aussen. Daher kommt es, dass der Stamm aussen rippenartige Vorsprünge bekommt, die sich nach oben in den Blattstiel fortsetzen. Die Vorsprünge sind die Blattspuren; sie werden auch wohl als „Blattkissen" bezeichnet (*H. v. Mohl,* „Vermischte Schriften." p. 110.). Durch diese Blattspuren wird der Stengel unregelmässig eckig. Bei Polypodium Filix mas liegen im Stamme fünf Stengelglieder neben einander im Kreise. Aber obschon sie sämmtlich in völliger Entwickelung von ziemlich gleicher Länge sind, so stehen sie doch nicht in gleicher Höhe neben einander, sondern liegen ungleich hoch beisammen. Ihre Enden bilden an der Aussenseite des Stammes eine Spirale. *H. v. Mohl* gibt an, dass bei Alsophila vestita je vier, bei Chnoophora excelsa und Didymochlaena sinuosa je acht Blätter in einem Quirle stehen; es müssen also bei diesen Arten die Glieder, welche neben einander im Stamme liegen, auch eine gleich hohe Lage haben. Wo nun die Glieder nicht weit von einander verschoben, oder entfernt sind (unentwickelte Stengelglieder, nach *Schleiden*), da stehen die Blätter dicht beisammen (Polypodium Filix mas, Asplenium Trichomanes); im entgegengesetzten Falle und bei bedeutend verlängerten Stengelgliedern ist der Stamm länger, schlanker und die Blätter stehen entfernt (Pteris aquilina). Bei unsern einheimischen Farnen liegt der Stamm immer am Boden, mehr oder weniger mit Erde bedeckt. Er bildet so eine eigenthümliche Art Wurzelstock (rhizoma), der in seinem hintern Ende abstirbt und an seinem vordern weiter wächst, ausserdem aber auch in die Erde eine Menge Adventivwurzeln sendet. In Tropengegenden entwickeln indessen die Farne ihre Blüthenstengel über der Erde zu riesenhaften Stämmen von 40 Fuss Höhe, welche unterhalb mit den Blattspuren bedeckt sind, im Gipfel aber, wie die Palmen, eine Rosette von Blättern tragen; manche sind schlank und klettern (Lomaria scandens). Ihre Adventivwurzeln hangen in der Luft herab oder bedecken den untern Theil des Stammes in Form eines zolldicken Filzes. Jede Adventivwurzel enthält (wie ursprünglich jeder Blattstiel) nur ein centrales Gefässbündel, welches aus dem Gefässbündel eines Stengelgliedes entspringt. Das darum liegende Gewebe besteht aus sehr langen Prosenchymzellen, die am Gefässbündel in Bastzellen übergehen. Es entsprechen sich (und sind durch das gemeinsame Gefässbündel vereinigt) je eine Adventivwurzel, ein Stengelglied und ein Blatt. Das ins Blatt eintretende Gefässbündel ist anfangs (bei Polypodium Filix mas) einfach, spaltet

sich aber über der Basis da, wo sich der Blattstiel verdickt und an Breite zunimmt, in zwei Stränge, einen linken und rechten, die den beiden Blattflügeln entsprechen. In der Spitze sind diese beiden Stränge wieder vereinigt [30]). Der Blattstiel ist aussen mit einer glänzend braunen Epidermisschicht überzogen, welche aus dünnwandigen aber steifen Prosenchymzellen besteht, darauf folgen mehrere Schichten sehr schmaler und langer Prosenchymzellen, welche allmälig in ein weiches, lockeres, aus weiten dünnhäutigen und weissen Zellen bestehendes Parenchym übergehen. Der Blattstiel setzt sich bei den Blättern in den nervenartigen Verzweigungen und Vorsprüngen fort, welche auf der Lamina oder Blattspreite zum Vorschein kommen und durch ein lockeres, von Lücken unterbrochenes Parenchym verbunden sind, dessen Zellen Chlorophyllkörnchen enthalten. Die Oberhaut dieser Lamina besteht (beiderseits) aus tafelförmigen Zellen mit geschlängelten Seiten (Bd. I. Taf. 18. Fig. 1.) und die der untern Fläche enthält noch zahlreiche grosse Spaltöffnungen, welche in grosse Höhlen münden, die mit einander in Verbindung stehen. Nach der obern Blattseite ist das Parenchym dichter und bildet mehrere Zellenlagen. Die Blätter von Hymenophyllum bestehen nur aus einer Zellenschicht.

§. 638.

Jedes junge Blatt entwickelt sich an dem ausgebildeten Stamme in einer eigenthümlichen Knospe allein und getrennt. Diese Knospe ist meist mit sehr zahlreichen blattähnlichen Deckschuppen (welche namentlich sehr an die der Nadelhölzer, auch hinsichtlich ihres Baues, erinnern) bedeckt. Das Blatt entsteht ganz eigenthümlich durch ein Aufwickeln seiner Spitze, welche, so lange das Blatt noch nicht fertig ist, innerhalb einer Schuppendecke sich immerfort spiralig verlängert (Taf. 23. Fig. 8. bis 13. a. b.). Das Farnblatt weicht dadurch sehr wesentlich von den Blättern anderer Pflanzen ab und neigt sich den stengelartigen Bildungen zu, denn es hat seine jüngsten Theile, wie der Stamm und seine Aeste, in der Spitze und diese Spitze ist daher auch zuletzt entwickelt. Die Schuppen, welche dieselbe bedecken, bleiben später in grössern Entfernungen am Stiel zurück und geben ein merkwürdiges Beispiel von stehenbleibenden eigenthümlichen Knospendecken ab (ausgezeichnet bei Cheilanthes lentigera, wo diese Schuppenblätter aus einer Lage von Zellen mit geschlängelten Wänden bestehen), welche in ihrer Entstehung und Ausbildung den Blattcharakter, wie wir ihn (Band I. p. 325.) nach dem Vorgange von *R. Brown* und *Schleiden* bestimmt haben, genau an sich tragen. So stellt sich jetzt genauer heraus, dass

das Organ, was wir bei den Farnen (einstimmig mit allen neuern Botanikern) Blatt nennen, in der That vielleicht mehr den Namen eines secundären (zweigliederigen) Blumenstengels verdient, dessen Flügelseiten (Fiedern) nur den Blattcharakter deutlich an sich tragen. Das blüthentragende Farnblatt ist bald einfach, bald mehr oder weniger zusammengesetzt. Bei den zusammengesetzten Farnen zeigen sich immer die untern Fiedern und Fiederchen früher entwickelt, als die obern. Ja, es gibt mehrere tropische Formen, welche die Spitze ihrer Blätter nie ganz entwickeln sollen, z. B. Platyzoma microphyllum und mehrere Jamesonien. Wieder andere entwickeln ihre Blätter erst in mehreren Jahresabsätzen, z. B. Neurolepis exaltata, welche vier bis fünf Fuss lange Blätter besitzt, an denen man die verschiedenen Jahresabsätze als eingezogene, mit kürzern Fiederblättchen besetzte Stellen bezeichnet findet *(A. Braun)*. Dennoch aber ist das Wachsthum des Farnblattes kein endloses, wie das des Farnstammes, sondern ein beschränktes, und dadurch sind beide wesentlich von einander verschieden.

§. 639.

Die Blume der Farne wird aus einer Anzahl Sporenblätter gebildet, welche auf der Rückseite (bei Olfersia corcovadensis auf beiden Seiten) des Blattes hervorkommen und entweder truppweise, oder in Reihen gestellt sind (Taf. 23. Fig. 13. 14.). Jede gesonderte und zu einer gemeinsamen Decke gehörende Sporenblattgruppe oder -Reihe wird von mir als eine Einzelblüthe angesehen. Wo also auf einem Blatte mehrere solcher Gruppen sind, da erscheint dasselbe als eine secundäre Inflorescenz.

Der Anfang der Einzelblume beginnt meist mit der Bildung einer Lamelle [31]), unter welcher sich die künftigen Sporenblätter erzeugen (Fig. 14. a. a.). Sie wird gewöhnlich mit dem Namen des Schleierchens (indusium) belegt, entsteht in unmittelbarer Nähe eines Gefässbündels und zwar durch Auswachsen der Epidermiszellen, welche an diesen Stellen eine länger anhaltende Thätigkeit entwickeln, als an andern. Sie besteht an ihrer Basis aus mehreren, im Uebrigen aber aus einer Zellenschicht. In dem Winkel, den diese Decke mit der Blattfläche macht, behalten die Zellen der Oberhaut ihren Vermehrungstrieb bei; sie erheben sich über die andern und wachsen zu einer kleinen zuletzt doppelten Zellenreihe aus, welche das Stielchen des Sporenblattes bildet. Aus einer fast kugelförmigen Endzelle bildet sich die Sporenbüchse mit ihrem Inhalt auf folgende Weise aus. Die Endzelle schwillt an und aus ihrem Inhalte erzeugen sich neue Zellen, welche

zunächst sich zu einem Zellenkörper vereinigen, der in seiner Mitte eine einzelne Zelle einschliesst. Diese vergrössert sich sehr bedeutend und wird zur Grossmutterzelle der Sporen, während die umliegenden Zellen die Wand der Sporenbüchse bilden. In der genannten Grossmutterzelle erzeugen sich die Mutterzellen, in welchen wieder je vier tetraëdrische Sporenzellen entstehen. Die Grossmutterzelle und die Sporenmutterzellen werden aufgelöst und die Sporen bilden zuletzt ein braunes Pulver, welches die Büchse anfüllt. Die ausgebildete Büchsenwand besteht aus einer Zellenschicht. Eine Reihe solcher Zellen (Fig. 2. — 14. b.), welche vom Stiel aus entweder in Meridianrichtung über die Büchsenspitze hinaus, oder auch schief, oder in der Richtung des Aequators quer über die Büchse verläuft, bildet einen eigenthümlichen Ring (annulus) um einen Theil der Büchse, indem die Wände dieser Zellen an den Stellen, wo sie sich und die andern Zellen berühren, so wie auch an der innern Seite sich stark verdicken, an andern Stellen aber dünn bleiben. Bei der reifen Sporenbüchse streckt sich der Ring aus und veranlasst dadurch das Aufreissen der Büchse und das Ausstreuen der Sporen (Fig. 14. c.).

§. 640.

Bei Osmunda treten anstatt des Parenchyms der Lamina der obern Fiederblättchen lauter Sporenblätter auf, die, ohne indusium, in dicht gedrängten zusammengesetzten Trauben beisammen stehen. Die Büchse springt durch einen Spalt in zwei Klappen auf und es fehlt ihr ein deutlicher Ring.

§. 641.

Noch abweichender sind die zu den Ophioglosseen gehörigen Formen. Sowol bei Ophioglossum als auch bei Botrychium ist der oberflächlich sichtbare Blumenstengel zweigliederig. Das erste Glied trägt ein Vorblatt und neben diesem schiebt sich das Blumenblatt hervor, welches eine Anzahl Sporenblätter entwickelt. Die entwickelte Sporenbüchse platzt ebenfalls in zwei Klappen auf; ihre Wand aber besteht aus mehreren Zellenschichten, wovon die äussere aus Zellen mit verdickten Wänden besteht. Genaueres über ihre Entwickelung aus Sporen ist nicht bekannt. Nach *Sprengel* („Grundz.“ p. 483.) sollen die jungen Pflanzen als ein grüner, gelappter Zellenkörper aus den Sporen aufgehen und nach *Meyer* „entwickelt sich zuerst ein nierenförmiges blattartiges Lager (das wäre unser Primitivstengel), aus dessen Einschnitte sich der Stengel erhebt“.

§. 642.

Die Ophioglosseen entwickeln ihre zum Blüthenstengel gehörigen Theile nicht durch Entrollen einer spiralig eingerollten Spitze, sondern in verticaler Richtung. Die gewöhnliche Fortpflanzung geschieht hier durch Knospen (welche bei den Filices fast überall fehlen), und zwar entspringen bei Ophioglossum dieselben lateral am alten Stengel aus dem knollig verdickten und sehr kurzen Wurzelstocke, der mit zahlreichen Adventivwurzeln versehen ist, während sie bei Botrychium im Innern der zwiebelartig verdickten Basis, auf dem centralen (nicht lateralen) Grunde des voraufgegangenen Generationsgliedes entstehen. Man kann demnach sagen, dass bei Botrychium die Generationen in verticalen, bei Ophioglossum dagegen in lateralen, oder besser horizontalen Reihen auf einander folgen. Wurzelstöcke besitzen beide; auch bilden deren Glieder endlose Reihen; aber es sind nur wenige Glieder zu gleicher Zeit in lebendiger Verbindung mit einander, und jedes dieser Glieder gehört einem besondern Jahrgange an. Schneidet man z. B. die verdickte Basis des oberirdischen Stengels von Botrychium der Länge nach auf, so findet man zunächst das Pflänzchen des folgenden Jahres darin, und dieses enthält auch noch das Pflänzchen des dritten Jahres. So sind auf diesem zwiebelartigen und vertical sich entwickelnden Wurzelstocke drei Glieder und drei secundäre Blumenstengelgenerationen vereinigt. Bei unserm Ophioglossum vulgatum trifft man neben dem entwickelten oberirdischen Stengel nur eine Knospe an, welche sich das nächste Jahr entwickelt; sind mehrere Knospen am Wurzelstocke vorhanden, wie z. B. bei O. lusitanicum, so entwickeln sich auch das folgende Jahr eben so viele Blüthenstengel. *(Kaulfuss.)* Das abgeblühete Glied stirbt ab. Bei Botrychium umgibt die Basis des abgestorbenen Blumenstengels den zur Entwickelung gekommenen noch mit ihrem Ueberreste, welche das Ansehen einer Scheide besitzt und auch wohl als „häutige, breit eiförmige, weissliche Schuppe“ (*Döll,* „Rhein. Fl.“ 25.) beschrieben worden ist. Bei B. matricariaefolium entwickeln sich bisweilen zwei Generationen in einem Jahre. In diesem Falle durchbricht die jüngere die ältere unter dem Blüthenstiele, gegenüber dem Vorblatt; die beiden Generationen stehen zu einander in Opposition, und die Basis der ältern bildet eine mehr oder weniger aufgeschlitzte Scheide um die jüngere. Ihre Stellung am zwiebelartigen Wurzelstock beträgt daher ½, d. i. jedes folgende Glied macht zu dem vorhergehenden eine Drehung von 180°.

Die junge Knospe von Ophioglossum bildet eine kegelförmige Erhebung, welche von einem braunen, ringsum geschlossenen Zellenmantel umgeben ist. Dieser Zellenmantel ist eine Fortsetzung gewisser Zellenpartien des Wurzelstocks. Schneidet man ihn auf, so erblickt man den jungen Keim als ein grünes spitziges Körperchen, an dem man bei genauer Betrachtung das Vorblatt, welches seine Ränder eingerollt hat, erkennt. Bei der Entwickelung (die nach *A. Braun* erst nach mehreren Jahren eintritt) wird der äussere Zellenmantel durchbrochen und dieser bleibt in Form einer Scheide zurück. Er ist dasselbe, was die braunen Decken bei andern Winterknospen, namentlich bei Philadelphus, sind. Das zweite Glied des oberirdischen Stengels kommt auch hier neben dem ersten hervor. Die Sporenblätter bilden ährenförmig gestellte Büchsen, welche einander am Grunde sehr genähert und mit einander zum Theil verschmolzen sind, weshalb man dieselben auch als Fächer eines Sporenblattes betrachten kann. (Vergl. *H. v. Mohl*, „Vermischte Schriften." p. 100.)

§. 643.

Mit der Deutung der Organe der Ophioglosseen, welche ich so eben gegeben habe, stimmen nicht ganz die Darstellungen mehrerer neuern Botaniker überein. So betrachtet *Roeper* („Zur Flora Mecklenburgs." I. 111 fg.) denjenigen Theil, den ich als secundären zweigliederigen Blumenstengel bezeichne, als „zwei Blätter oder Wedel, deren Stiele, namentlich bei Botrychium Lunaria, sehr weit hinauf zusammenwachsen"; und nach *A. Braun* ist die Blumenähre von Ophioglossum ein axilläres Blatt eines Auges und zugleich das einzige, welches in der Achsel des „sterilen Blattes (welches ich als Vorblatt bezeichnet habe) zur Ausbildung kommt, mit dessen Stiel der Stiel der Aehre verwächst". („Flora." 1839. I. p. 301.)

Die Verwachsungen sind bekanntlich aus der Mode gekommen, seitdem *H. v. Mohl* durch seine Untersuchungen „Ueber den Bau des Stammes der Baumfarne" die von *Link* und Andern vorgetragene Lehre, dass der Stamm aus einer Verwachsung von Blattstielen hervorgehe, widerlegt hat. Diese Lehre wird aber hier noch in Beziehung auf die oberirdischen, secundären Stengeltheile vorgetragen und zwar in einer solchen Weise, dass man dem aus der „Verwachsung" hergeleiteten Theil nicht einmal den Rang eines Stengelorganes zuerkennt. Es kommt bei Beurtheilung eines Ausdrucks wie „Verwachsung" in diesem Falle wohl zunächst darauf an, wie er verstanden werden soll; denn dass zwei

bestimmte Blattstiele — die sich vorher frei und getrennt von einander gebildet — mit einander verwachsen seien, wie man eben durch Ablactiren zwei Bäumchen zusammenwachsen lässt, kann wohl nicht darunter gemeint sein, weil die Entwickelungsgeschichte der Ophioglosseen niemals zwei getrennte, sondern stets zwei mit einander verbundene Glieder in dem fraglichen Organ zeigt. Es kann demnach die als Verwachsung bezeichnete Erscheinung nur in der Weise genommen werden, dass die zwei Glieder vom Anfang her neben einander sich gebildet haben und dass dieselben eine Strecke weit mit einander durch ein dazwischen liegendes Zellengewebe verbunden sind. Diese Glieder müssen dann neben einander — nur durch das verbindende Gewebe von einander geschieden — hergehen, sie müssen dann wenigstens im Innern des Organes, in welchem sie vereinigt sein sollen, getrennt sein, wenn sie als zwei bestimmte und nur verwachsene Theile angesehen werden sollen. Aber dieser Fall trifft hier auch nicht zu, wie eine genaue anatomische Untersuchung des betreffenden Organes zeigt. Zwei wirkliche Blattstiele der Ophioglosseen haben auch zwei Gefässbündel. Aber bei Botrychium hat der oberirdische Blumenstengel nur Ein Gefässbündel, welches im Stengel einen Holzring bildet, der ein parenchymatoses Mark einschliesst. Dass dieser Holzring im untern Stengel nicht geschlossen, sondern geöffnet ist und nur eine umfassende Platte bildet, rührt von der Anwesenheit des centralen jungen Sprosses her, der den Holzring aufgeschlitzt hat. Dieser Ring schliesst sich über demselben nach und nach wieder völlig, um sich weiter hinauf in zwei Halbringe zu spalten, wovon der eine in das Vorblatt, der andere in das die Sporen erzeugende Blatt geht. Es zeigt demnach der innere Bau des secundären Blumenstengels nur ein gewöhnliches einfaches Stengelverhältniss an, welches namentlich an den Bau des Moosstengels (bei Polytrichum) erinnert. Die auf einander zugehenden Krümmungen der getrennten Gefässbündel (die anfangs im obern Stengel durch Zellengewebe verbunden sind) setzen sich in gleicher Weise in den getrennten Blattstielen fort und zeigen an, dass beide Blätter ebenfalls in Opposition zu einander stehen. Man könnte demnach nur erst im obern Stengel eine Verwachsung beider Blattstiele zugeben, weil erst hier durch die Spaltung des Gefässringes ihr versteckter Anfang beginnt. Unterhalb dieser Spaltung aber existiren die Blattstiele in der Wirklichkeit gar nicht; nur die Ränder des Vorblattes laufen als Blattspuren an dem Stengel herab und diese (bloss äusserliche) Erscheinung mag zu der Annahme

der Verwachsung zweier Blattstiele geführt haben. Der übrige Bau der Ophioglosseen weicht auch von dem der Filices etwas ab. Die Adventivwurzeln zeigen ein centrales solides (nicht hohlcylindrisches) Gefässbündel, welches ringsum mit grosszelligem Parenchym umgeben ist, dessen Zellen bei Botrychium dicht und fast sämmtlich, bei Ophioglossum nur theilweise mit Amylon gefüllt sind. Der Stengel enthält um den Gefässcylinder auch ein lockeres weiches Parenchym, welches von Luftlücken unterbrochen und dessen Zellen farblos, dünnwandig und ziemlich leer sind. Die Epidermis des Stengels und der Blätter enthält Spaltöffnungen. Die Lamina der Vorblätter ist den Blättern phanerogamischer Gewächse sehr ähnlich gebaut. Die Oberhaut besteht aus dickwandigen Zellen; dann folgt, von oben nach unten: 1) eine Schicht länglicher, senkrecht gestellter, dicht verbundener Zellen; 2) eine ziemlich dicke Schicht von Diachym. (Vergl. §. 516.) Die Wände der Epidermiszellen enthalten Porencanäle.

Siebentes Capitel.

Die Schafthalme. (Equisetaceae.)

§. 644.

Von den Schafthalmen liegen uns noch keine so genauen Untersuchungen über ihre Entwickelung aus den Sporen vor, als von den Farnen. Die Mittheilungen indessen, welche *Agardh*, *Vaucher* und *Bischoff*[32]) über die Beobachtungen an keimenden Sporen gemacht haben, lassen vermuthen, dass die dabei vorkommenden Erscheinungen denen, welche wir bei den Farnen kennen gelernt haben, sehr ähnlich sind. Vor Kurzem hat auch *J. Milde* in der „Botanischen Zeitung" (1850. p. 448.) angezeigt, dass er „fast an den Spitzen des viellappigen Vorkeims (unsers Primitivstengels) von Equisetum arvense ein längliches, mit einem von Chlorophyll erfüllten Ringe umgebenes, mit einem kurzen Stiele versehenes, blassroth gefärbtes, mehrzelliges Organ (Antheridium), welches beim Zerdrücken eine grosse Menge von beweglichen, an dem einen Ende mit vielen Wimpern versehenen Spiralfäden entleerte", entdeckt habe. *Schleiden* („Grundzüge." II. 98.) vermuthet, dass der junge Blumenstengel, der sich aus dem Primärstengel mit einer vielzelligen Wurzel entwickelt, bei den meisten Arten bald

wieder absterbe, und dass aus den Axillarknospen seiner ersten Blätter sich Seitenäste entwickeln, welche horizontal unter dem Boden fortlaufen, nie eine grüne Farbe annehmen und deren Seitenäste sich erst vertical über die Erde erheben.

§. 645.

Bei einem oberirdischen Schafthalmstengel bemerken wir eine dreifache Gliederung: 1) eine concentrische; 2) eine radiale; 3) eine verticale. Das allgemeine Wachsthum desselben ist centripetal. Dadurch werden nach dem Centrum hin immerfort neue Theile entwickelt, welche, da der Umfang in seinen Elementartheilen nicht in demselben Maasse mitwächst, nach oben hinaus sich anordnen müssen, während die peripherischen Zellenmassen sich durch Spaltung gliedern. Eine genauere Betrachtung des Stengels von Equisetum palustre soll uns mit diesen Vorgängen näher bekannt machen. Untersuchen wir eine ganz junge Zweigknospe, wie sie sich eben als kleines Knötchen an der Basis der Gelenkscheiden bemerklich macht, so sehen wir ein rundes, aus sehr jungen, in grosser Lebensthätigkeit begriffenen Zellen bestehendes Körperchen, welches a u f d e m Q u e r s c h n i t t eine gleichförmige concentrische Anordnung seiner gleichgrossen Zellen zeigt, deren äussere Schichten sich schon theilweise von den innern abgelöst haben, diese mantelförmig umgebend. Ferner bemerkt man a u f e i n e m d u r c h d i e A x e g e f ü h r t e n V e r t i c a l s c h n i t t, dass die Ablösung von der Spitze aus anhebt, und sich bis zur Basis erstreckt. Die Internodien der verticalen Glieder sind noch gar nicht bemerkbar, sondern man sieht nur, dass da, wo die künftigen verticalen Stengelglieder entstehen, keine Trennung der Zellenschichten stattfindet. Weiter bemerkt man, dass an der Spitze sich die abgelösten Zellenpartien weiter von einander entfernen, als an den Seiten, die obersten am weitesten, und dass ferner diese obern Spitzen sich schon getheilt und geöffnet haben, während die untern, jüngern (innersten) noch geschlossen sind. Auf dem Querschnitt einer etwas entwickelten Knospe sieht man, je nach der Anzahl der sich entwickelnden coätanen Stengelglieder, fünf bis sechs in einen Kreis gestellte Zellenpartien, welche sich vor den andern auszeichnen und mit denen die Bildung der seitlich verwachsenen Stengelglieder und der dazu gehörigen Blätter beginnt. Durch Entwickelung der zu den verticalen Stammgliedern gehörenden Internodien verlängert sich der Stengel, und die Verticalglieder treten aus einander heraus und bauen sich eins auf dem andern auf. Dabei zeigt sich aber noch Folgendes: Das

Internodium des Hauptstengels ist (gewöhnlich) sechskantig; in jeder Kante steigt ein Holzbündel auf und endigt oberhalb in einer Blattspitze. Von den Blättern ist nur die Spitze frei, die Basis derselben ist durch eine parenchymatose Zellenhaut zu einer Scheide vereinigt. Diese Scheide ist daher eine sechsgliederige Blätterkrone. Jedem Blatte (Gliede) in dieser Krone entspricht abwärts sein Stengelglied, welches äusserlich durch die hervortretende Kante bemerklich, innerlich aber durch ein isolirtes Holzbündel bezeichnet wird. Sämmtliche sechs Blätter, Stengelglieder und Holzbündel beginnen und schliessen ihre Entwickelung gleichzeitig, sie sind simultan. Aber ein jedes besteht wieder aus drei verticalen Abtheilungen, der obern, mittlern und untern. Diese Abtheilungen sind succedan. Die obere bildet den Blätterkranz mit der Scheide; die mittlere bildet den Stengelumfang und besteht aus den herabgehenden Blattspuren, die immer mit dem Stengel verwachsen sind und einen Theil der Rinde bilden; die untere endlich ist äusserlich gar nicht sichtbar, sondern bildet einen innern Kranz von verwachsenen Gliedern. Ich nenne diese so verbundenen drei Abtheilungen ein Gliedersystem. Die Spitze desselben (die Blätter) ist sein ältester Theil, die Basis der jüngste; die Spitze ist erweitert und geöffnet, die Basis ist geschlossen; die Höhlung wird von oben nach unten enger, dadurch gleicht sie einem umgekehrten Kegel. Diese Form hat auch das ganze System und sie wird nur durch die relativ grosse Entwickelung der Internodien etwas verwischt. Ein Equisetenstengel besteht aus einer Anzahl solcher Systeme, welche so in einander gesteckt sind, dass die Basis jedes folgenden Systems in das obere Ende der untern (oder in das untere der mittlern) Abtheilung des vorhergehenden Systems kommt. Weil diese Basis geschlossen ist, so wird auch hier der Stengel geschlossen und es entsteht ein sogenannter Stengelknoten. Durch diese eigenthümliche Verbindung der Systeme kommt es, dass ein gewöhnlich sogenanntes Stengelglied bei Equisetum von drei Abtheilungen dreier verschiedener Systeme gebildet wird, nämlich, von aussen nach innen: 1) von der obersten Abtheilung des untersten Systems (Blätterkranz); 2) von der mittlern Abtheilung des mittlern Systems (Stengelumfang); 3) von der untersten Abtheilung des obersten Systems. In der geschlossenen Basis der untersten Abtheilung findet sich ein junges Zellgewebe, dessen Elemente ebensowol eine verticale, als radiale und concentrische Anordnung zeigen; ein Zellenkreis begrenzt diese Abtheilung gegen ihre Umgebung. Innerhalb desselben bemerken wir nun: 1) grosszelli-

ges Parenchym, welches einen sechsstrahligen Stern bildet, dessen Enden bis an die Peripherie reichen und sich mit dem hier befindlichen Zellenkreise verbinden. Da diese Abtheilung von der mittlern Abtheilung umgeben ist, welche dieselben Strahlen enthält, so ist hier zu bemerken, dass die Strahlen der beiden Abtheilungen nicht in derselben Richtung liegen, sondern eine abwechselnde Lage haben, so dass die Strahlen des innern (eingeschlossenen) Kreises bei ihrer Verlängerung den Winkel, den die Strahlen des zweiten (einschliessenden) Kreises machen, halbiren würden. Es ist also die Axe des folgenden Stengelsystems, gegen das vorhergehende, um $\frac{1}{12}$ Kreis (= 30°) gedreht. Dieses schon in der ersten Anlage vorhandene Axenverhältniss der auf einander folgenden Systeme macht sich dann auch äusserlich in den Ecken der Stengelglieder und der Blattstellung der auf einander folgenden Blätterkronen bemerklich. Kehren wir nun wieder zu unserm eingeschlossenen Kreise zurück, so bemerken wir: 2) ein kleines Gefässbündel zwischen den genannten Strahlen, welches aus abrollbaren Spiralgefässen besteht, welche nur sehr lose neben einander liegen und schon Lücken zwischen sich lassen, wodurch sechs lichte rundliche Stellen zwischen den Strahlen entstehen; 3) den Anfang eines kleinen Bastbündels, welches zum Theil den Raum zwischen dem Gefässbündel und dem äussern Zellenkreise einnimmt. Dies ist der Anfang des Stengelsystems an seiner Basis. Nach oben hin gehen nun folgende Veränderungen mit ihm vor:

1) Die Zellen des Parenchyms des Sterns geben sich in der Mitte von einander und es bildet sich eine Höhle, die nach oben hin sich erweitert; 2) die Spiralröhren des Gefässbündels werden aufwärts in ringförmige und poröse Gefässe verwandelt, hören nach und nach auf und verschwinden zuletzt ganz, so dass oben, statt ihrer, sechs Lücken, deren Grösse nach oben zunimmt, zwischen den Strahlen entstehen; 3) die Bastzellen vermehren sich, aber es gesellen sich zu ihnen noch verdickte Prosenchymzellen (mitunter auch Gefässe) und bilden mit ihnen gemeinschaftlich ein Holzbündel; 4) dieses Holzbündel breitet sich allmälig an der Peripherie des Zellenkreises weiter aus; 5) dasselbe spaltet sich in zwei Hälften, und so zeigen sich auf dem Querschnitt zwölf solcher Bündel an der Peripherie, welche je zwei und zwei zusammenstehen und durch zwischenliegende Parenchymzellen getrennt sind; 6) die Trennungsräume vergrössern sich durch Vermehrung des Zwischenparenchyms so weit, bis die getrennten benachbarten Hälften an der Peripherie

zusammenstossen und sich in ein neues Bündel vereinigen. Auf diese Weise rücken die Holzbündel aus den Radien der Gefässbündel und später der sechs concentrischen Lücken in die Radien des parenchymatosen Sternes, an welchem sie nun die Enden der Strahlen bilden und so an den Kanten des äussern Stengels, also in der mittlern Abtheilung, erscheinen, denn diese letzte Stellung wird erst mit dem Eintritt der untern in die mittlere Abtheilung (an der Basis des äussern Stengelgliedes) erreicht. An den Uebergangsstellen (den Knoten) folgen die Veränderungen schneller auf einander als in den Internodien, welche sich mitunter bedeutend verlängern und durch diese Verlängerung ihr Verdünnen nach unten und Erweitern nach oben weniger bemerken lassen. Weil die oben erwähnte Drehung des folgenden Systems jedesmal um 30° vorrückt, so folgt, dass die Strahlen, Kanten und Blätter des 1ten, 3ten, 5ten, 7ten u. s. f., so wie des 2ten, 4ten, 6ten, 8ten u. s. w. Systems in denselben verticalen Ebenen liegen müssen.

Wenn ich bei der Darstellung dieser Verhältnisse von Drehungen der Axe gesprochen habe, so hat damit bloss die Veränderung der Richtung bezeichnet werden sollen, in welcher die sich wiederholende bildende Bewegung stattfindet. In ähnlicher Weise findet das Wachsthum des Stengels anderer Schafthalme Statt, nur mit dem Unterschiede, dass die Zahl der Strahlen, Stengelkanten und Blätter in den Blattkronen veränderlich ist.

Die Schafthalme besitzen an der Oberhaut des Stengels und der Blätter Spaltöffnungen, deren Zellen späterhin, wie fast alle Zellen der äussern Rindenschicht mit einer Kieselhaut überzogen werden, die zurückbleibt, wenn man die Zellen mit concentrirter Schwefelsäure behandelt (§. 337.). Die Zellen der Oberhaut haben fein geschlängelte Wände und diejenigen der Blattspitzen färben sich schon frühzeitig braun, was von einer Umwandlung ihrer Substanz in Humin herzurühren scheint. Dieselbe braune Farbe kommt auch in den äussern Zellen der Sporenblätter vor. Die Kieselrinde gibt den Schafthalmen eine barsche, rauhe und trockne Oberfläche und macht sie zu technischen Zwecken brauchbar.

Die Aeste, welche quirlförmig um den Hauptstengel stehen und sich selbst bisweilen wieder verzweigen, entspringen an der Basis der Blattscheide und in der parenchymatosen Substanz, welche zwischen den Blattnerven liegt (Taf. 24. Fig. 1. b.). Sie müssen als Sprossen betrachtet werden, weil sie nicht durch Theilung der Axe entstehen, sondern durch einen besondern Zellenbildungsprocess, der an den genannten Stellen normalmässig bei

gewissen Arten stattfindet und den letztern einen eigenthümlichen Charakter verleihet.

§. 646.

Die Blüthe der Schafthalme ist eine Aehre, welche an der Spitze eines oberirdischen Hauptstengels oder eines Astes desselben sich bildet (Taf. 24. Fig. 1. 2.). Die oben erwähnten Blätter müssen als Vorblätter betrachtet werden; die obersten, welche von der Blüthenähre nur durch ein Internodium getrennt werden, bilden ein wahres Involucrum (Fig. a.), in welchem die junge Aehre eingeschlossen ist. Die Aehre besteht aus Sporenblättern, welche schildförmig sind, dicht beisammen stehen und durch gegenseitigen Druck sich sechsseitig gestalten. Diese sechsseitige nach aussen gekehrte Lamina ist in der Mitte durch einen Stiel mit der senkrecht stehenden Blüthenaxe verbunden, auf welcher der Blattstiel eine normale Stellung einnimmt. Diese Blätter stehen dicht neben und auf einander in Quirlen und wechseln in der Stellung zu einander ab, wie die Vorblätter (Fig. 2.). Auf der innern Fläche der schildförmigen Lamina entwickeln sich fünf bis sieben Sporenfächer (Fig. 3. a. b.), deren Inhalt sich erst in Zellengruppen theilt (Fig. 4. c.), welche sich zuletzt zu Mutterzellen umbilden (Fig. 5. b. 6.), in denen sich je eine Spore entwickelt, die mit zwei Spiralbändern umwickelt ist (Fig. 7.). Zuletzt wird die Substanz der Mutterzelle in flüssigen körnigen Schleim aufgelöst und die trocknen Sporen fallen als ein gelblicher Staub aus den mit einer Längsspalte sich öffnenden Sporenfächern heraus, zum Theil noch mit den aufgewickelten Spiralbändern bekleidet (Fig. 8.).

Achtes Capitel.

Die Bärlappe. (Lycopodiaceae.)

§. 647.

Die Bärlappe haben in ihrem Aeussern Aehnlichkeit mit den Moosen einerseits und den Zapfenbäumen andererseits; man kann sie moosartige Coniferen nennen. Sie weichen übrigens durch ihre Entwickelungsgeschichte so sehr von den bisher abgehandelten Kryptogamen ab und nähern sich zugleich durch dieselbe den Phanerogamen auf eine Weise, dass man sie als eines der wichtig-

sten Bindeglieder zwischen den beiden grossen Gruppen ansehen kann.

Die Bärlappe bringen zweierlei Sporen hervor: 1) grössere, welche wir Macrosporen nennen wollen, und 2) kleinere, Microsporen (Taf. 24. Fig. 10. c. bis e.). Ob die Microsporen keimen, ist nicht sicher bekannt, aber die Keimungsgeschichte der Macrosporen ist durch die Arbeiten von *Bischoff* („Die kryptogamischen Gewächse.“ 2. Lief. 1828.) und *K. Müller* („Botanische Zeitung.“ 1846. p. 521 fg.) aufgehellt worden. Die Macrosporen bestehen aus einer Hülle von zwei Häuten und einem ölig-körnigen Inhalte. Die äussere Haut besteht aus gefärbter Proteïnsubstanz, ist sehr dick, hart und brüchig und auf ihrer Oberfläche mit netzförmigen Erhabenheiten und derben stachelähnlichen Warzen bedeckt. Sie soll nach *Müller* aus vielen Zellen zusammengesetzt sein. Bei einer reifen Spore sehe ich jedoch keine Zellen, sondern nur eine körnige Masse, welche die derbe äussere Sporenhaut bildet. Die innere Haut lässt sich leicht von der äussern trennen; sie ist farblos, besteht aus Bassorin und zeigt auf ihrer Fläche feinkörnige Erhabenheiten, welche eine regelmässige Anordnung zeigen. Beim Keimen beginnt, nach *Müller*, an einer gewissen Stelle der innern Haut ein Zellenbildungsprocess, die Substanz der innern Sporenhaut wird an dieser Stelle chemisch verändert, weil sie sich jetzt durch Iod blau färbt. Jetzt wird auch die äussere Sporenhaut durchbrochen und der Keim tritt als ein stumpfes abgerundetes Körperchen hervor, das aus hellen durchsichtigen Zellen besteht und sich bald oberwärts in ein celluloses Stengelchen und unterwärts in ein celluloses Würzelchen verlängert; auch zeigen sich an ihm noch einzellige Wurzelhärchen. Wir sehen hieraus, dass die Bärlappe beim Keimen ihrer Sporen nicht erst einen thallusartigen oder confervenartigen Vorstengel entwickeln, wie die Farne, Schafthalme und Moose, sondern einen Keim, welcher mit dem Keim der Phanerogamen in dem Keimsack der Samenknospe Aehnlichkeit hat, wie wir späterhin erfahren werden. Oder wenn wir dennoch in den ersten Anfängen den thallodischen Vorstengel der Farne erblicken wollen, so müssen wir wenigstens gestehen, dass derselbe bei den Bärlappen auf ein solches Minimum beschränkt ist, dass er als solcher kaum noch einige Bedeutung hat. So viel aber ist aus den bekannt gemachten Keimungsgeschichten gewiss, dass man das erste Zellenkörperchen, so wie es aus der Sporenhülle tritt, als ein isolirtes punctum vegetationis ansehen kann, das sich zunächst in zwei Glieder spaltet, die an der Basis mit einander verbunden bleiben, an der Spitze aber sich strecken und verlängern, dabei unter immer

stumpfem Winkel sich von einander entfernen, bis derselbe zwei rechte beträgt, so dass die Axen beider in dieselbe Linie zu liegen kommen und die Wachsthumsbewegung beider durch diese Lage nun eine entgegengesetzte geworden ist. So entstehen Wurzel und Stengel. Jene wächst abwärts, sich dichotomisch weiter spaltend, dieser spaltet sich aufwärts ebenfalls bald in seine zwei Erstlingsblätter. Die Erstlingsblätter der Phanerogamen werden Cotyledonen genannt, und man hat mit Recht auch die ersten Blätter der Bärlapppflänzchen als Cotyledonarblätter angesehen. Wenn nun *Müller* sagt: „doch kann natürlich an Cotyledonen hier nicht gedacht werden, da sie aus keinem Embryo hervorgehen und nicht verschieden von den Astblättern sind“, so muss er vergessen haben, dass seine „Keimpflanze“ oder doch wenigstens sein „Keimkörper“ nicht nur sprachlich, sondern auch der Sache nach mit „Embryo“ ganz gleichbedeutend ist und sich von dem Embryo der Phanerogamen, seinem Wesen nach, in nichts unterscheidet, und dass es auch bei den Phanerogamen Cotyledonen gibt (ich erinnere nur an Tropaeolum), die von „Astblättern“ nicht verschieden sind.

Jedem dieser Erstlingsblätter entspricht ein Stengelglied, es sind also gleich anfangs im Stengel zwei neben einander befindliche Glieder verbunden, die sich gleichförmig entwickeln, daher die ersten Blätter gegenüberstehen. Hierin haben die Bärlappe (vorausgesetzt, dass dieselbe Erscheinung sich bei allen Arten wiederholt) mehr Aehnlichkeit mit den Dicotyledonen, als mit den Monocotyledonen. Jedes Erstlingsblatt birgt eine axilläre Astknospe, wodurch sich der Stengel verzweigt. Der ausgebildete Stengel liegt fast immer nieder, nur jüngere Aeste, oder die Stengelspitze, richten sich in die Höhe. Der auf der Erde hinkriechende Theil schlägt nach unten Adventivwurzeln, welche der ersten Wurzel gleichen, und der alte Stengel stirbt an der Basis ab, während er an der Spitze endlos fortwächst. Dabei ist er meist reichlich mit Blättern bekleidet, die zum Theil den Moosblättern äusserlich ähnlich sind, andere dagegen erinnern an die Jungermannieen (Lycopodium helveticum, denticulatum), wieder andere an die Cupressineen (L alpinum, complanatum) (Taf. 24. Fig. 9.). In den Stengelumfang theilen sich zwei, vier, fünf und mehr Blätter. Sie sind ungestielt und lassen mehr oder minder deutliche Spuren bemerken, mit welchen sie an dem Stengel äusserlich herablaufen. Am wenigsten deutlich sind sie bei den zarten, zweiblätterigen Formen (L. helveticum, denticulatum, stoloniferum), welche sich auch noch dadurch auszeichnen, dass ihre Blätter von ungleicher Länge sind. Je ein grosses und kleines gehören zu einem Stengelgliede und sie stehen so ziemlich in glei-

cher Höhe am Stengel, an welchem sie so geordnet sind, dass die grossen Blätter an die linke und rechte, etwas unterhalb, die kleinen aber auf die obere Seite des liegenden Stengels, ebenfalls links und rechts zu liegen kommen. Die grossen sowol, als die kleinen wechseln demnach mit einander ab. Der Stengel dieser Formen besteht daher aus zwei neben einander herlaufenden horizontalen Gliedern, und die Axendrehung der auf einander folgenden Stengelglieder beträgt 180°, also einen Halbkreis.

Vier neben einander liegende horizontale Stengelglieder besitzen Lycopodium alpinum und L. complanatum, wenigstens in den platten Zweigen; in dem Hauptstengel aber ist die Gliederzahl grösser; dieser ist auch dicker und rund. Das wichtigste ist, und darin bildet diese Gruppe einen wahren Gegensatz zu der vorigen, dass die Blattspur sehr bedeutend entwickelt ist, bei den grössern Blätterpaaren sogar so bedeutend, dass sie einen Flügel oder Kiel am Stengel bildet, wodurch die flache Form desselben bedingt wird, während das eigentliche freie Blatt auf ein kleines Spitzchen (wie bei Thuja) reducirt ist. Aber die zwei Blätterpaare, die zu einem Stengelumfang gehören, liegen nicht in gleicher Höhe, sondern nur die zwei, grössern oder kleinern, Blätter eines Paares. Hier liegen also die gleichartigen Blätter einander gegenüber, dort die ungleichartigen; hier kreuzen sich die auf einander folgenden Blätterpaare, dort stehen sie in opponirter Lage über einander.

Bei den Arten mit gleichförmigen Blättern (L. Selago, inundatum annotinum, clavatum) steht die Entwickelung des Blattes gleich der Entwickelung der Blattspur. Die Zahl der horizontalen Stengelglieder beläuft sich auf fünf, in andern Fällen etwas mehr. Diese sind immer von ungleicher Länge, so dass die Blätter zerstreut am Stengel stehen; nur ausnahmsweise trifft man bisweilen Formen (z. B. bei L. annotinum) an, wo die (fünf) Blätter ziemlich in Quirlen stehen. Die Axe des folgenden Quirls ist aber gegen die des vorhergehenden immer so weit gedreht, dass die Blätter desselben den Winkel, den die vorhergehenden machen, halbiren. So entstehen zehn Blattzeilen am Stengel. Es ist dies ein Verhältniss, das wir schon in ähnlicher Weise bei den Equisetaceen kennen gelernt haben; es kann aber auch als eine Regel bei der Axen- und Blattstellung vieler anderer Pflanzen ausgesprochen werden, weil wir dasselbe häufig durch das ganze Pflanzenreich antreffen, obgleich wir es da, wo die Gliederzahl sehr bedeutend ist, nicht immer ermitteln können.

§. 648.

Die Stengel sind meist ziemlich dünn, lang und bestehen aus einer oft sehr grossen Zahl verticaler Glieder, die an der jungen Spitze sehr kurz und unentwickelt sind, nach unten zu aber allmälig länger werden; doch ist die Verlängerung im Allgemeinen nicht bedeutend. Die Verästelung geschieht durch dichotomische Theilung der allgemeinen Hauptaxe und wird namentlich bei den Formen mit vierzeiligen Blättern so regelmässig ausgeführt, dass dadurch, so wie durch die symmetrische Blattordnung die zierlichsten Formen gebildet werden, welche sie zu Lieblingen der Blumengärtnerei machen (L. stoloniferum, denticulatum, umbrosum, viticulosum). Auch die Wurzeln verzweigen sich in gleicher Weise und ihr Ursprung ist oft in der Achsel zweier Aeste oder in deren Nähe.

Die Epidermis der Blätter hat Spaltöffnungen und ihre mitunter sehr dickwandigen Zellen geschlängelte Wände; diese Zellen gehen abwärts allmälig in die Prosenchymzellen der Stengel-Epidermis über. Die Cuticula der ganzen Pflanze ist fein und regelmässig gekörnt. Durch die Blattaxe zieht sich ein dünnes Gefässbündel; das Innere zwischen der obern und untern Epidermis ist mit lockerm schwammartigen Parenchym angefüllt, in welchem zum Theil grosse Höhlungen (besonders bei L. Selago) sich befinden, die sich bei allen, mit deutlicher Blattspur versehenen Formen in die letztere hineinerstrecken. Ein Querschnitt durch den Stengel zeigt daher immer an der Peripherie fünf und mehr Bogen von abgelöster Rindenschicht. Man kann sagen, dass die ganze Rinde von Blattspuren gebildet wird. Ausserdem hat der Stengel der Bärlappe noch manche andere Eigenthümlichkeiten.

In den jüngsten Theilen besteht er aus einem saftigen zarten Parenchym, in welchem sich abwärts ein Kreis von isolirten Gefässbündeln bildet, wovon jedes einzelne seine Basis im Stengel, seine Spitze im Blatte hat. Diese kleinen Gefässbündel rücken abwärts einander näher und vereinigen sich, so dass man in gewissen Regionen des Stengels ein centrales Gefässbündel findet, das aussen mit einer Scheide von verholzten oder verholzenden Bastfasern umgeben und von dem übrigen Gewebe scharf abgeschlossen ist. Dieses Gefässbündel grenzt nun entweder unmittelbar an die Zwischenschicht des Stammes, welche nach aussen an die Rindenschicht stösst (L. inundatum), und ist mit ihr fest verwachsen, oder es ist von derselben durch einen kleinern (L. stoloniferum) oder grössern (L. alpinum, denticulatum) hohlen cylindrischen Raum getrennt und

nur durch radiale, aus einer einfachen Zellenreihe bestehende zarte Fäserchen mit ihr verbunden. Diese Zwischenschicht besteht entweder aus einem weichen, ununterbrochenen (L. denticulatum und stoloniferum) oder lückenhaften (L. Selago) Parenchym, oder aus einem Holzcylinder, welcher aus engen porösen Prosenchymzellen besteht (L. inundatum, alpinum). Dieser Holzcylinder bildet sich auch später noch bei L. Selago aus und legt sich zwischen das Gefässbündel und das lockere Parenchym. Abwärts nach den ältern Theilen des Stengels zu bemerkt man nun, dass das Gefässbündel sich wieder in mehrere Stränge theilt, deren Zahl mit der Zahl der horizontalen Stengelglieder, welche wir oben durch die Blätter bestimmt haben, correspondirt. So trennen sich also die Gefässbündel nach unten wieder und wir treffen daher bei L. denticulatum, mit zweiblättrigen Stengelgliedern, auch zwei vollständig getrennte Bündel, bei L. Selago dagegen sechs bis acht, wovon jedes einzelne noch mit einem Holzcylinder umgeben, in dem lockern Parenchym vertheilt ist, während um das Ganze noch ein gemeinsamer Holzcylinder sich befindet. Nicht so vollständig ist die Trennung bei L. alpinum und inundatum. Hier wird die Gliederung des Holzkerns nur durch Bildung von Abtheilungen desselben, vermittelst des umgebenden Bastgewebes, welches zwischen die Gefässe sich schiebt, dieselben abtheilt, aber auch zugleich verbindet, erzeugt.

Wir können jedenfalls auch hier, wie bei Equisetum (§. 645.), den Stengel uns aus einer verticalen Reihe von Gliedersystemen gebildet, vorstellen; die zwei obern Abtheilungen, das Blatt und die Blattspur sind auch deutlich vorhanden, und die untere Abtheilung lässt sich im Innern verfolgen. Jedes solches System hat sein begrenztes Wachsthum, das, wie bei Equisetum, von der Spitze zur Basis fortschreitet und hier zuletzt mit Verholzung endigt. Aber hier entwickeln sich die peripherischen Abtheilungen dieses Systems nicht so gleichmässig, als bei Equisetum, indem dieselben, wie alle coätanen horizontalen Nebenglieder sich verschiedenartig strecken und dadurch in ungleiche Höhen vertheilt werden. Dieser Umstand hat dann zur Folge, dass man am Gesammtstengel gewöhnlich die wahre verticale Gesammtgliederung vermisst, während sie bei Equisetum sich so ausgezeichnet darstellt. Der Bärlappstengel hat daher auch keine Stengelknoten. Nur die einzeln horizontalen Abtheilungen des Stengels haben eine verticale Gliederung; es sind ihrer so viele neben einander als Blattreihen am Stengel sind; so viele Blätter in einer Reihe über einander stehen, so viele verticale Glieder besitzt die Gefässabtheilung, mit welcher die Blattreihe durch ihre Gefässbündel communicirt. Diese Glieder sind nach

unten älter, nach oben jünger; jede einzelne Abtheilung stellt also ein succedanes Gefässbündel dar. Nur die demselben Stengelgliede angehörigen Gefässbündelglieder sind coätan.

§. 649.

Die Blumen der Bärlappe stehen immer in Aehren an dem Ende eines Astes. Sie bestehen aus einem axillären Sporenblatte, welches oft, bald mehr bald weniger, mit dem Mutterblatte, in dessen Achsel es entsteht, verwächst, wie die Staubblätter mit dem Blumenblatte, oder wie der traubig zusammengesetzte Sporenstand mit seinem Mutterblatte bei mehreren Sargassumarten [33]). Die Mutterblätter haben entweder dasselbe Ansehen, wie die gewöhnlichen Stengelblätter, oder sie sind von diesen verschieden und mehr schuppenartig (Taf. 24. Fig. 9. d. — 10. b.). Das Sporenblatt, das übrigens bei Lycopodium Selago genau axillar steht, zerfällt bisweilen in einen untern Theil, das Stielchen, und einen obern, die Lamina. Die äussern Zellen der letztern bilden die Wand der Sporenbüchse, während die innern sich zu vielen Mutterzellen umbilden, deren jede vier Microsporen entwickelt. Die entwickelte Sporenbüchse ist rundlich oder nierenförmig und springt mit einem verticalen oder horizontalen Spalt auf (Taf. 24. Fig. 10. a.). (Dass diese Sporenbüchsen die grösste Aehnlichkeit mit einer nieren-herzförmigen Anthere auf einem kurzen Filament haben, und dass sie nicht „Modificationen des Blattparenchyms" sind, kann man auch, ohne die Entwickelungsgeschichte zu kennen, deutlich bei Lycopodium Selago sehen.)

Diejenigen Sporenbüchsen, welche die oben (§. 647.) erwähnten grössern Sporen enthalten, unterscheiden sich von den vorigen besonders dadurch, dass sich innerhalb der äussern Zellenlage, welche die Büchsenwand bildet, nur eine einzige grosse Mutterzelle (statt der vielen kleinen) bildet, in welcher sich die vier Macrosporen erzeugen.

§. 650.

Statt der Blumen bilden sich bei manchen Individuen (L. Selago) Axillarknospen, welche zwiebelähnlich sind, einige deutliche Blätter besitzen und am Mutterstamme sich zu jungen Sprossen entwickeln.

§. 651.

Bei Isoëtes, einer Gattung, deren Arten gewöhnlich im Wasser wachsen, und, im Gegensatz zu den eigentlichen Bärlappen, einen sehr verkürzten und knollig verdickten Stamm haben, welcher

sich centripetal entwickelt, wie der der Bärlappe, kommt die merkwürdige Erscheinung vor, dass die jüngsten Theile der Neubildungen nicht nach oben hinaus gedrängt werden und sich auf die ältern setzen, wodurch die verticale Gliederung des Stengels hervorgerufen wird; dass vielmehr die Neubildungen ein Centrum bilden, welches die ältern Glieder nach aussen drängt und um sich herum versammelt. Dadurch entsteht ein echter centripetaler Scheibenstengel — im Gegensatz zu dem centrifugalen der Flechten — der nur horizontale, keine verticale Gliederung besitzt. Weil nun die ältern Glieder immer nach aussen gedrängt werden, wie bei andern Pflanzen, deren Stengel ein unbegrenztes Wachsthum hat, und mit der Zeit absterben, so ist der Stamm von Isoëtes auch aussen mit abgestorbenen Stengelgliedern umgeben, welche zuletzt abfaulen, wie die untern Glieder der Bärlappe, und da die Masse derselben nicht hinreicht, den Umfang der immer sich vergrössernden Scheibe auszufüllen, so zerreisst sie, wie die alte absterbende Rinde der Bäume, in zwei oder drei Theile, welche den jungen lebendigen Stamm von aussen bekleiden. (Vergl. *H. v. Mohl,* „Vermischte Schriften." p. 122.)

Die Blätter sind grasähnlich, an der Basis scheidig und umfassend. An ihrer Basis entwickeln sich kugelförmige Sporenstände, welche noch von einem schuppigen Vorblatte bedeckt sind. Im Innern derselben befinden sich zwischen einem quer ausgespannten Fadengewebe die Sporenblättchen, deren äussere Zellenlage zur Sporenbüchse wird, deren Inhalt aber entweder aus vier Macrosporen, oder aus vielen Microsporen besteht. Aus den ersten entwickelt sich durch einen ähnlichen Keimact, wie bei Lycopodium, die junge Pflanze; aus den Microsporen sollen aber nach *Mettenius* „Spermatozoïdien" hervorgehen (*A. Braun*, „Verjüngung." p. 154. — Vergl. „Geschichte der Keimung von Isoëtes lacustris." Von *Karl Müller*. „Botanische Zeitung." 1848. p. 297.).

Neuntes Capitel.

Die Wasserfarne. (Hydropterides *Willd.*; Rhizocarpeae *Batsch.*)

§. 652.

Die Wasserfarne bringen Macrosporen und Microsporen hervor, wie die Bärlappe. Aber weil ihre Entwickelungsgeschichte und gewisse morphologische Verhältnisse diese Pflanzen den Phanerogamen immer näher bringen, so hat man die wesentlichen Theile der Blume hier mit denselben Namen belegt, welche sie bei den Phanerogamen führen. Was wir daher noch bei den Bärlappen Microsporen genannt haben, nennen wir hier Pollenkörner (pollen, Blumenstaub), und was dort Macrospore hiess, heisst hier Embryosack oder Keimsack. Die zellige Hülle, welche den Keimsack umgibt, heisst Samensäckchen; beide (Samensäckchen und Keimsack) bilden die Samenknospe (gemmula). Die Zellenhülle, welche die Pollenkörner enthält, heisst Pollensäckchen; das letztere mit seinem Inhalte heisst Staubbeutel (anthera). Das Stielchen des letztern heisst Staubfaden (filamentum); Staubfaden und Staubbeutel bilden das Staubblatt (stamen).

Bei den Phanerogamen steht es fest, dass zwischen dem Pollen und Keimsack ein geschlechtliches Verhältniss stattfindet, in der Weise, dass die Bildung des jungen Keimes der künftigen Pflanze von der Einwirkung des Pollens auf den Inhalt des Keimsacks abhängt.

Wie und in welcher Weise diese Einwirkung bei den Wasserfarnen stattfindet, darüber ist noch keine Gewissheit vorhanden. Es haben sich bisher unter den neuern Botanikern *Bischoff, Müller, Schleiden*, *Mettenius* und *Naegeli*[34]) mit den Untersuchungen über die Entstehung des Keimes dieser Gewächse beschäftigt, und ich werde das Wesentlichste mittheilen, was dieselben davon bekannt gemacht haben.

§. 653.

Bei der Reife trennen sich der Pollen und die Samenknospen, welche beide in verschiedenen Hüllen auftreten, von der Mutterpflanze, um (wenigstens bei uns) auf dem Grunde des Gewässers, oder im Schlamme zu überwintern. Erst im Frühjahre beginnt die Keimung.

Die Samenknospe (Taf. 24. Fig. 14. d.) ist ein gestieltes, verkehrt eiförmiges Körperchen, dessen äussere Zellenschicht die Wandung

des Samensäckchens bildet; die innern Zellen werden zu Mutterzellen, in denen je vier tetraëdrisch gestellte Tochterzellen entstehen. „Von diesen vier Zellen, welche mit einander verbunden bleiben und eine Gruppe bilden, dehnt sich immer Eine beträchtlicher aus, während die andern drei klein bleiben, und an der Peripherie der ersten als ein kleines Wärzchen festsitzen. Von einer im Centrum liegenden Gruppe, welche in der Entwickelung den andern vorauseilt, nimmt die grosse Zelle nach und nach das ganze Lumen des Samensäckchens ein, indem sie die übrigen Gruppen verdrängt und zur Auflösung veranlasst. Sie ist der Keimsack.“ *(Naegeli.)*

Das Staubblatt (Taf. 24. Fig. 16. e. f. g.) erscheint, nach *Naegeli*, ebenfalls als ein gestieltes, verkehrt eiförmiges (bei Salvinia mehr kugelartiges) Körperchen, dessen äussere Zellenschicht die Wand des Pollensäckchen bildet. Die innern Zellen werden zu Grossmutterzellen, in denen je vier tetraëdrisch gestellte Mutterzellen entstehen, in welchen sich je vier Pollenzellen bilden, welche zuletzt frei im Pollensäckchen liegen. Da ich aber in den reifen Antheren bei Salvinia (Ebend. Fig. 16. h.) nur ein Pollenkorn im Pollensäckchen finde, so muss ich annehmen, dass die Angaben *Naegeli's* nicht richtig sind. Es zeigt sich mir ferner, dass bei der reifen Anthere das Pollensäckchen mit dem Pollenkorn ziemlich fest verwachsen ist, dass die äussere Haut des Pollenkorns ziemlich derb und fest ist, und dass der Inhalt desselben aus einem festen hornigen Gewebe von runden Zellen besteht. (Ebend. Fig. 16. i.)

Der Keimsack (Fig. 15. a. b. e. f. g.) dagegen lässt sich bei der Reife sehr leicht von dem ihn einhüllenden Samensäckchen trennen. Er besteht aus einer derben, dicken, lederartigen, weisslichen Haut, welche unter dem Mikroskope ganz bestimmte kleine kugelrunde Zellen zeigt, aus denen sie besteht. Diese Zellen verdicken mit der Zeit ihre Membran, wodurch sie das Ansehen von Körnchen bekommen. Daher die körnige Oberfläche dieser Haut. Beim Zerdrücken des Keimsacks kommt aus demselben eine zähe, schleimige, mit Oeltröpfchen vermischte Substanz, in welcher, unter Umständen sich auch noch Amylonkörner befinden. An dem einen Ende des Keimsacks findet sich bei Salvinia eine dreilappige vorgezogene Spitze oder Warze, der Knospenkern (Fig. 15. c. f.) (nucleus *Schleiden*), welche nach *Schleiden* von der lederartigen Haut gebildet wird und zuweilen noch von drei Lappen derselben Haut, „oder von einer Vereinigung dieser drei Lappen zu einer an der Spitze offenen Hülle (bei Marsilea), einfache Knospenhülle (integumentum simplex) genannt, bedeckt wird“. Nach *Schleiden* findet nun eine wahre Befruchtung dieses Knospenkerns durch das

Pollenkorn Statt. „Die Zelle des Pollenkorns dehnt sich in einen längern (Salvinia), oder kürzern (Pilularia) Schlauch aus. Gleichzeitig entwickeln sich die Zellen des Knospenkerns nahe der Spitze des Embryosacks, werden deutlich unterscheidbar und locker, füllen sich mit Chlorophyll u. s. w., und durchbrechen den Knospenkern, so dass sie frei hervorragen: Kernwarze (mamilla nuclei). Kommt nun ein Pollenschlauch in Berührung mit diesen Zellen, so drängt er sich zwischen dieselben tiefer hinein bis an eine Schicht kleiner grüner Zellen, die den Embryosack unmittelbar bedeckt (Pilularia, Salvinia), und dehnt sich dann blasenförmig aus, indem er das ihn umgebende Zellgewebe verdrängt, welches aber fortfährt sich zu entwickeln, und als ein grösserer oder kleinerer grüner Körper aus der Samenknospe hervorragt, bei Salvinia sich in zwei seitlich herabhängende Fortsätze streckend, während bei Pilularia ein Theil der oberflächlichen Zellen sich zu langen haarähnlichen Fasern ausdehnt. Im blasenförmigen Ende des Pollenschlauchs entwickelt sich Zellgewebe, welches, sich zum Embryo anordnend, zuletzt mit dem einen Ende die Kernwarze der Samenknospe, die jetzt ein dünnwandiges Säckchen darstellt, durchbricht, welche letztere dabei die Form einer runden Scheide (Pilularia), oder eine flache, zweilappige Gestalt (Salvinia) annimmt."

§. 654.

Von diesen Angaben weichen die Mittheilungen *Naegeli's* ab. Er vermuthet, dass der Knospenkern, den er mit *Bischoff* Keimwulst nennt, aus jenen drei Zellen hervorgegangen sei, welche mit dem Keimsack in einer Mutterzelle entstanden und an der Aussenseite der sich ausdehnenden Keimsackzelle als Wärzchen sitzen geblieben sind. Ferner heisst es bei ihm: „Im jüngsten Zustande ist der Keimwulst ein kurzer cylindrischer oder kegelförmiger, hohler, an der Spitze geöffneter Körper, dessen Wandung, wie der senkrechte Durchschnitt zeigt, aus einer horizontalen kreisförmigen Reihe senkrecht stehender Zellen gebildet wird. Ich glaube, dass vier solcher Zellen da sind. Die Zellen werden aussen von der äussern Haut des Embryosacks überzogen. Ein etwas späterer Zustand zeigt, dass die senkrecht stehenden Zellen, welche den Keimwulst ursprünglich bildeten, sich durch eine horizontale Wand in eine obere und eine untere Zelle theilten, und dass die untern Zellen sich auch durch senkrechte radiale Wände vermehrten. — Wenn die Beobachtung richtig ist, so ist der Keimwulst in diesem Zustande ein kegelförmiger hohler, oben geöffneter Körper, dessen

Wandung aus zwei kreisförmigen, über einander stehenden Reihen von Zellen besteht; die obere Reihe enthält vier, die untere dagegen mehr Zellen. Auch in diesem Zustande wird derselbe zur Hälfte oder zu zwei Dritttheilen von der äussern Haut des Embryosacks überzogen. Die innere Haut des Embryosacks, und somit seine Höhlung ragt in den Wulst hinein, und zwar ungefähr so weit, als die untern Zellen desselben reichen. In spätern Zuständen erscheint der Keimwulst als ein ringförmiger Wulst aus parenchymatischem Zellgewebe, welcher die blasenförmige Ausstülpung des Embryosacks umgibt, und welcher sich am Scheitel durch einen vorragenden papillenförmigen Hals öffnet. — Zuletzt, wenn die Embryokugel gebildet ist, hat der Keimwulst eine sackförmige Gestalt angenommen. Die Wandung desselben besteht gewöhnlich bloss noch aus einer einfachen Zellschicht. Zu beiden Seiten zeigt der Durchschnitt zuweilen noch zwei oder drei Zellschichten. Am Scheitel des Sacks ist die papillenförmige Oeffnung noch vorhanden. Die Embryokugel ist grün; sie ruht auf dem Scheitel der Embryosackzelle.“ *Naegeli* theilt sodann ferner mit, dass er nicht ein einziges Mal ein Pollenkorn an dem Keimwulste festsitzen gesehen habe, und vermuthet, dass die von *Schleiden* für Pollenkörner gehaltenen Zellen keine Pollenkörner, sondern die vier obern Zellen der papillenförmigen Mündung sind. Auch *Mettenius* hat nach ihm diese Zellen charakteristisch gezeichnet und „Pollenkörner“ genannt. Endlich sagt *Naegeli*, dass der Pollenschlauch (bei Pilularia) kurz bleibe und nie eine gewisse Länge überschreite. Er ist anfangs voll und cylindrisch, platzt dann auf, und es liegen nun Amylonkörner und kleine zarte, farblose Zellchen neben ihm, aus welchen späterhin bewegliche Spiralfäden hervorgehen, wie aus den Antheridien der Farne und Moose. Dass kleine runde Zellchen auch die reifen Pollenkörner der Salvinia anfüllen, habe ich bereits oben erwähnt. Zugleich erinnere ich hier an die sogenannten „Spermatozoïdien“, welche *Mettenius* bei den Microsporen der Bärlappe gefunden hat. Nach *Wilh. Hofmeister's* Angaben („Bot. Zeit.“ 1849. p. 793.) beginnt bei Pilularia innerhalb des Keimsacks ein Zellenbildungsprocess, wodurch ein kleiner Zellenkörper gebildet wird, der nur einen kleinen Raum der Höhle ausfüllt, aber in der Entwickelung rasch fortschreitet, die Haut des Keimsacks durchbricht und als die Kernwarze *Schleiden's* erscheint. Im Uebrigen nähern sich seine Mittheilungen denen von *Naegeli.*

So erwartet diese Angelegenheit noch eine Reihe genauer Beobachtungen und Untersuchungen, um festzustellen, wie weit die Angaben der verschiedenen Schriftsteller richtig sind. Die Unter-

suchungen sind dadurch sehr schwierig, dass die Kleinheit des Gegenstandes der Zubereitung sicherer und guter Präparate sehr hinderlich ist. Auch der (wenigstens bei Salvinia) emulsionartige Inhalt des Keimsacks, welcher beim Aufschneiden desselben heraustritt und die Schnittflächen überzieht, erschwert die Untersuchung sehr.

§. 655.

Bei Salvinia erscheint, wie wir schon aus den obigen Angaben *Schleiden's* wissen, der erste Keim als ein grüner lappiger Zellenkörper, dem thallodischen Primitivstengel der Farne vergleichbar. Aus ihm erhebt sich das Laubstengelchen mit dem ersten Blatte (Cotyledon), welches ein herzförmiges Schildchen darstellt, in dessen Einschnitt auf der Unterseite schon frühzeitig eine Knospe bemerklich ist, aus welcher sich das horizontale Stengelchen, mit zweizeiligen, gegenüberstehenden Blättern entwickelt. Wir haben hier ein seltenes Beispiel eines Stengels mit zwei horizontalen Stengelgliedern, bei welchen jedes folgende Paar eine halbe Kreisdrehung macht. Dadurch stellen sich die Blätter in zwei Zeilen, ein Paar über das andere. (Tab. 24. Fig. 11.)

An den Stengelknoten entspringt unterwärts, und nach vorn gerichtet, je eine Knospe, welche in einen Blumenstengel auswächst. An diesem unterscheiden wir zunächst

a) eine Blustenhülle (involucrum), aus sechs bis acht genäherten fadenförmigen Vorblättern bestehend, welche man bisher irrig als Wurzeln angesehen hat. (Ebend. Fig. 11. a. 12.) Dann

b) eine kleine Blumenähre, woran die erste Blume bloss Samenknospen (Fig. 13. 14.), die folgenden nur Staubblätter (Fig. 16.) enthalten. Die Blumenhülle ist ein geschlossenes hohles Säckchen (Fig. 13.), in dessen Zellenwand in Meridianrichtung ausgebildete Lufthöhlen dicht an einander und ringsum vorkommen, welche die Aussenseite derselben rippenartig auftreiben. Das Innere (Fig. 14. 16.) birgt einen centralen Blumenboden (receptaculum) (Fig. c.), von welchem ringsum und strahlenförmig gestielte Blattorgane ausgehen, deren Lamina oder oberer Theil sich in der untersten Blume zur Samenknospe, in den folgenden aber zum Staubbeutel entwickelt. Diese Blattorgane sind in den Antherenblumen (Fig. 16.) viel zahlreicher, aber auch kleiner, als in der Samenknospenblumen (Fig. 15.).

§. 656.

Das ganze Pflänzchen besteht grösstentheils aus weichem schwammigen Parenchym. Die obere Blattseite ist mit regelmässig

gestellten erhabenen Wärzchen besetzt, die aus kleinen Gruppen kurz gegliederter Zellenreihen (eigentlich kurze Härchen) bestehen. Das Laubblatt besteht aus drei Zellschichten, einer obern und untern Epidermis und der Mittelschicht; letztere ist aus grossen sechseckigen Parenchymzellen, die obere Epidermis aus kleinen tafelförmigen und sechseckigen, die untere aber aus länglichen Zellen mit geschlängelten Wänden gebildet. Da wo bei andern Blättern die Spaltöffnungen zu sein pflegen, finden sich etwas steife Haare, aus einer einfachen Zellenreihe bestehend, deren letzte zugespitzt ist. Sie enthalten nur wenig kleine Körnchen. Diese ziemlich langen Haare bekleiden auch den Laub- und Blüthenstengel, so wie die Blusten- und Blumenhülle (Fig. 14. a.). Den Stengel (Fig. 17.) durchzieht in der Mitte ein Gefässbündel, von welchem seitwärts Hauptäste nach jedem Laubblatte und dem Blumenstengel gehen; ein Hauptstamm davon durchzieht die Laubblätter von der Basis zur Spitze und sendet seitwärts rippenartige und anastomosirende Fiederzweige ab, welche das Parenchym durchziehen. Eben so treten einfache Zweige in jedes Blatt der Blustenhülle. Im Stengel legt sich zunächst um das Gefässbündel eine cylindrische Lage von (acht) Parenchymzellen; von diesem Cylinder gehen strahlige Zellenwände in senkrechter Stellung nach dem Stengelumfang, der aus einer Lage derselben Zellen gebildet ist; eben so sind auch die Blättchen des Involucrums gebildet. Zwischen diesen strahlig geordneten Lamellen und dem äussern und innern Cylinder befinden sich grosse dreiseitige Lufthöhlen.

Salvinia besitzt demnach keine Spaltöffnungen und keine Wurzel. Bei Marsilla und Pilularia finden sich beide Organe vor; sie sind aber nicht mit Haaren bekleidet.

Fünftes Buch.

Von der äussern Gliederung der Phanerogamen.

Erster Theil.

Von dem Grundstock. (Caudex subfloralis.)

Erstes Capitel.

Einleitung.

§. 657.

Wenn wir nur auf das Wenige, was wir im vorigen Buche von den vielen Tausenden kryptogamischer Formen darzustellen versuchten, zurückblicken, so sehen wir schon hieraus, dass — mit wenigen Ausnahmen — alle diese Formen einen gemeinsamen Ausgangspunkt in der einen vegetabilischen Elementarform — der Zelle — haben, und dass Alles, was wir betrachtet, nur durch Veränderungen dieses Organes und durch die verschiedenartigste Combination dieser veränderlichen Grundform hervorgerufen wird. Wir sehen aber auch ferner, dass die durch Verbindung der Zellengenerationen hervorgerufenen Zellenmassen, so wie die Zelle in ihrer höchsten Entwickelung, alle ihre mannigfaltigen Gestalten nur durch Gliederungen erreichen, welche nach allen Richtungen hin stattfinden und in verschiedenartiger Weise sich wiederholen.

Wie mannigfaltig nun auch diese Gliederungen bei den Kryptogamen sind, so haben doch sämmtliche, zu den letztern gehörige Formen das mit einander gemein, dass sie sich aus einer Zelle entwickeln, welche sich von der Mutterpflanze lostrennt und ausser-

halb derselben ein selbständiges Leben, ohne Beihülfe eines andern mütterlichen Organismus, führt. Bei manchen Algen besitzt jede Zelle diese Entwickelungsfähigkeit, bei andern Formen und andern Kryptogamen kommt dieselbe nur bestimmten Zellen zu. Diese schon bei den Kryptogamen eintretende allmälige Beschränkung des selbständigen Zellenlebens wächst mit der höhern Entwickelung der Zellenmassen zu höhern Pflanzenformen, bis sie zuletzt ein Maximum erreicht. Bei den Phanerogamen kommt normalmässig die selbständige Entwickelung einer einzelnen Zelle nicht mehr vor. Wo die Zelle einer phanerogamischen Pflanze aus einer allgemeinen Zellenmasse ausscheidet, geht sie entweder ganz zu Grunde, oder ihre Substanz entwickelt sich zu pilzartigen Formen. Die isolirte Phanerogamenzelle, welche durch die Blume zur Fortpflanzung bestimmt wird, vermag sich nur unter dem Schutze eines mütterlichen Organismus und in organischer Verbindung mit demselben zu einem neuen phanerogamischen Pflanzenindividuum zu entwickeln. Erst wenn dieses Individuum bis zu einer bestimmten Entwickelungsstufe herangewachsen ist, kann es sich selbständig weiter ausbilden. In dieser Stufe nennt man das Individuum Same.

§. 658.

Nur die phanerogamischen Pflanzen entwickeln Samen. Man kann sie daher auch Samenpflanzen nennen.

§. 659.

Der Same entsteht aus und in der Samenknospe. Die Samenknospe bildet sich, wie der Pollen, in der Blume, und ihr wesentlichstes Organ ist eine Zelle, der Keimsack. In der Anwesenheit der Samenknospe, des Keimsacks und des Pollens gleichen die Wasserfarne den Phanerogamen. Aber die Samenknospe fällt bei den Wasserfarnen als solche schon ab und entwickelt aus dem Keimsack selbständig, unabhängig von dem mütterlichen Individuum, die neue Pflanze, während diese bei den Phanerogamen sich erst an der Mutterpflanze bis zu einem gewissen Grade ausbildet. Der Entwickelungsgrad, den die Phanerogamenpflanze im Samen erreicht, enthält in der Regel die ersten Grundorgane schon gebildet, und das Individuum, welches in diesem Zustande sich darstellt, heisst Keim (embryo).

§. 660.

Während die neuern Untersuchungen über die Wasserfarne es immer mehr zweifelhaft machen, ob der Pollen derselben einen

solchen Einfluss auf die Keimbildung im Embryosack ausübe, wie er von *Schleiden* (§. 655.) angegeben wird, und während es ferner hier noch ungewiss ist, ob überhaupt ein Einfluss der Pollenzelle auf den Keimsack stattfinde, wodurch sich die junge Pflanze erzeuge, steht bei den Phanerogamen bis jetzt wenigstens so viel über die Keimbildung im Embryosack fest, dass sie nur durch den Einfluss des Pollens veranlasst wird.

§. 661.

Alle Phanerogamen entwickeln Pollenzellen in eigenen Blättern — Staubblätter —, so wie auch Samenknospen. Letztere gehen zu Grunde, wenn sie nicht durch den Pollen befruchtet werden.

§. 662.

Der Pollen ist bei den meisten Phanerogamen eine Proteïnzelle, welche ganz einer Kryptogamenspore gleicht. Wie in der letztern sich die eingeschlossene Gelinzelle schlauchförmig entwickelt, so entwickeln sich auch Pollenschläuche, welche zuletzt mit dem Embryosack in Berührung kommen. Von der Berührung des Embryosackes durch den Pollenschlauch hängt die Keimbildung ab. Man nennt daher auch diesen Act die Befruchtung der Pflanzen und betrachtet dabei den Pollenschlauch als männliches, den Keimsack als weibliches Organ. In dieser Beziehung bekommen daher diese beiden Organe hier eine höhere Bedeutung, als bei den Wasserfarnen, wo dieselben höchstens nur morphologisch, nicht auch physiologisch denen der Phanerogamen gleichen.

§. 663.

Nach den Angaben *Schleiden's* soll nun die Befruchtung bei den Phanerogamen auf die Weise stattfinden, dass die Spitze des Pollenschlauches, wenn sie mit dem Embryosack zusammentreffe, den letztern mit dem einen Ende in sich selbst hineinschiebe (einstülpe) und in der so gebildeten Höhle sich selbst zu einem Zellenkörperchen entwickele, während der aussen gebliebene Schlauchtheil abwelke und zuletzt verschwinde. Dieses Zellenkörperchen ist der Anfang des Keimes. (Vergl. §. 808.)

Amici, v. Mohl, Hofmeister und andere Männer, die in derartigen Untersuchungen geübt sind, haben die Erscheinungen, wie sie *Schleiden* geschildert, nicht beobachten können, sondern ihre Angaben beschränken sich darauf, dass eine blosse Berührung des Pollenschlauchs mit dem Embryosacke stattfinde, und in Folge derselben die Embryobildung in dem Embryosacke veranlasst werde;

keineswegs aber bilde sich das Ende des Pollenschlauchs zum Embryo aus.

§. 664.

Welche von diesen Angaben nun auch die richtigere sein mag, so steht doch so viel über den ersten Anfang aller phanerogamischen Embryonen fest, dass dieselben ebenfalls mit der Zelle beginnen, wie bei den Kryptogamen und dass sich hierin die beiden grossen Pflanzengruppen gleichen. (Vergl. §. 809.)

Im Allgemeinen aber kann man von den Phanerogamen sagen, dass sie in der Gliederung die Kryptogamen übertreffen, obschon es auch gewisse phanerogamische Formen gibt, welche in der Gliederung den höhern Kryptogamenformen nachstehen.

§. 665.

Die Grundform ist auch hier ein einfaches Zellenkörperchen, ein Vegetationspunkt — das Phytom — welches bei seiner weitern Entwickelung in die beiden Elemente der äussern Pflanzenform, Blatt und Stengel, zerfällt. Wie aber bei den Wasserfarnen, Bärlappen und andern Kryptogamen ein sogenannter Vorkeim vorhergeht, auf welchem sich der Hauptkeim entwickelt, so finden wir auch etwas Aehnliches bei den Phanerogamen. Namentlich sind es die Coniferen, bei denen die Keimbildung mehr an die von Salvinia und Selaginella, als an die anderer Phanerogamen erinnert. Zwar stimmen die Coniferen in dem Bau ihrer Samenknospe, der Entwickelung eines Pollenschlauches und dessen Vordringen zum Keimsack mit den Phanerogamen überein; aber die Derbheit der Haut des Keimsacks, die Bildung einer Zellgewebsmasse in demselben, lange vor der Ankunft des Pollenschlauchs, und noch mehrere andere Erscheinungen schliessen sie mehr bei den oben genannten Kryptogamen an [*Hofmeister*] [35]). Die Zellgewebsmasse, welche den Keimsack ausfüllt, wird hier Endosperm, auch Eiweisskörper, genannt. Wo er vorkommt, entwickelt sich in oder auf ihm der Embryo, dem er zur mütterlichen Basis dient.

§. 666.

Erst wenn der Embryo so weit gediehen ist, dass er sich ohne die Mutterpflanze ernähren und entwickeln kann, ist der Same reif und fällt ab. Im Samen ist die künftige Pflanze noch ungeboren und in ihrem ersten Anfange enthalten. Sie ist durch die Samenhüllen eingeschlossen und geschützt. Sie befreiet sich von ihnen, indem der Keim durch sein Wachsthum die Hüllen

sprengt und abwirft. Dies ist der erste selbständige Act der jungen Pflanze. Der Keim zeigt in der Regel schon im Samen die ersten Grundorgane der künftigen Pflanze, Blatt und Stengel, entwickelt. Die meisten zeigen auch schon ein Würzelchen. Die ersten Blätter heissen Keimblätter, Erstlingsblätter (cotyledones); sie fehlen nur wenigen Familien (Orchideen, Balanophoreen, Monotropeen, Pyrolaceen, Pinguicula vulgaris, Utricularia, mehreren Cacteen und einigen Arten von Cuscuta).

§. 667.

Da die Organe der Phanerogamen complicirtere und mannigfaltigere Entwickelungsreihen bilden, dabei aber doch im Allgemeinen gewisse Grundtypen fester halten, als die Kryptogamen, so ist es hier zweckmässiger jene Grundtypen nach ihrer eigenen Verwandtschaft und in ihrer allgemeinen Verknüpfung und Aufeinanderfolge zu betrachten, als dieselben an hervorragenden Familien vorzuführen, wie wir es bei den Kryptogamen gethan haben.

Diese Grundtypen wiederholen sich unablässig in mehr oder weniger modificirten Entwickelungsreihen, welche in ein Ganzes zusammengehören und so mit einander organisch verwachsen. Aber es treten nun noch Unterschiede bei diesen Entwickelungsreihen ein, je nachdem das Wesen derselben in der gemeinschaftlichen Verbindung und Entwickelung beruht, oder je nachdem ihnen zugleich die Möglichkeit einer selbständigen Entwickelung zukommt. Im ersten Falle besitzen sie nur den Werth von Gliedern, im zweiten aber erheben sie sich zu Individuen. Jene, die blossen Glieder, bilden daher eine Reihenfolge von Formationen an der Pflanze (= Formationsreihen) und von ihnen hängt das ganze Bild ihrer individuellen Erscheinung, der Habitus, ab; diese, die möglichen Individuen, gehören zwar auch mit zu den Gliedern, aber nicht zu den nähern, unmittelbaren, sondern zu den entferntern; sie sind in so fern wesentlich von den Gliedern der Formationsreihen verschieden, als sie der Mitgliedschaft derselben nur zu ihrer ersten Entwickelung und zu ihrer Erstarkung bedürfen; sie können sich aber auch nach ihrer Trennung von dem mütterlichen Individuum selbständig entwickeln. Wir nennen sie zum Unterschiede von jenen — Generationsreihen.

Wir dürfen jedoch hierbei nicht vergessen, dass diese beiden Entwickelungsreihen zu einander gehören und sich gegenseitig ergänzen, auch keineswegs scharf begrenzt in der Natur angetroffen werden, sondern in einander fliessen, und dass sie hier nur

zunächst deshalb aus einander gehalten werden, um zu ihrer genauern Betrachtung möglichst sichere Anknüpfungspunkte zu gewinnen.

§. 668.

Die beiden Grundorgane, Blatt und Stengel, herrschen in den Formenreihen der Phanerogamen auf eine viel entschiedenere Weise als bei den Kryptogamen, indem es auch nicht eine einzige Art gibt, welche dieselben nicht entwickelte.

Wie wir bei den Kryptogamen das Blatt als die Fortsetzung eines Stengelgliedes, gleichsam als die frei gewordene Spitze desselben (meist durch eine horizontale Abneigung der Axe des Stengelgliedes), kennen gelernt haben, so erscheint uns auch dasselbe hier in gleicher Weise. Beide entspringen aus einem homogenen Zellenkörper, den wir das Phytom (§. 539.) genannt haben und wir nehmen auch bei jeder phanerogamen Pflanze so viel Stengelglieder an, als dieselbe Blätter entwickelt. Eben so finden wir hier den Pflanzenkörper aus verticalen, horizontalen und concentrischen Gliedern zusammengesetzt und zwar oft in sehr hohem Grade. Darum ist auch hier das Blatt die oberste Abtheilung eines verticalen Systems, dessen mittlere wir als Blattspur bezeichneten, dessen untere aber einen Theil des innern Stengels bildet (§. 645.). So viel Blätter oder Blattspuren daher ein Stengel hat, so vielgliederig ist er auch. Seine Glieder sind Blattbasen, auf welchen die Blätter befestigt sind. Man darf aber diese Blattbasen nicht für gleichbedeutend mit den Blattstielen halten, welche zum Blatte gehören und ein Glied desselben bilden. Durch die Verbindung des Stengels mit dem Blatte zu einem System wird die Einheit beider Grundorgane vermittelt; durch die Gliederung dieses Systems aber werden beide wieder von einander geschieden.

§. 669.

Neben diesem verticalen Gliedersystem haben wir auch bereits horizontale Ordnungen der Stengelglieder kennen gelernt. Nichts beweist mehr die Einheit der Stengelglieder und der dazu gehörigen Blätter, als diese Ordnungen, weil die Ordnungen des einen Organes zugleich die Ordnungen des andern sind. Die Ordnungen der Stengelglieder sind daher auch Blattordnungen. Ein Stengel, der aus mehreren, neben einander gestellten Gliedern besteht, hat dieselben stets um eine Hauptaxe geordnet. Diese Anordnung lässt die Blätter als Radien, die Blattspuren aber als die Glieder eines äussern Gürtels um den innern Stengel erscheinen. Dieser Gürtel

ist bei den Phanerogamen durchschnittlich deutlicher entwickelt, als bei den Kryptogamen und wir werden unten (§. 688.) denselben besonders betrachten.

§. 670.

Bei weiterer Betrachtung der Phanerogamenpflanze finden wir nun, dass eine kleinere oder grössere Anzahl solcher Gliedersysteme und Gliedergürtel wieder ein zusammengehöriges Ganze bildet, das sich theils durch physiologische, theils durch morphologische Merkmale auszeichnet. Nach dem physiologischen Maassstabe zerfällt jede nicht aus Generationsgliedern zusammengesetzte phanerogame Pflanze in einen untern und einen obern Theil, und da man jede aus Formationsreihen bestehende Pflanze als einen Blätterstock betrachten kann, so nenne ich den untern Theil, der sich früher entwickelt, den Grundstock, den obern aber den Blumenstock.

Die Zeit, in welcher eine, oder gleichzeitig mehrere zusammengehörige Reihen von Pflanzengliedern ohne merkliche Unterbrechung sich bilden, heisst eine Vegetationsperiode. Sie ist bei gewissen Pflanzen an eine bestimmte Jahreszeit gebunden.

Der Grundstock dauert oft mehrere Vegetationsperioden aus, so dass die verschiedenen Generationen desselben mit einander verwachsen bleiben. Auf diese Weise entsteht ein Pflanzenstock, dessen nächste Glieder Generationsreihen sind. Eine Pflanze mit einfacher Vegetationsperiode besteht, mit Ausnahme der Samen, nur aus Formationsgliedern.

§. 671.

Die nähere Bestimmung der Formationsglieder wird durch die Art der Blattbildung und der dazu gehörigen Stengelglieder bedingt. Gleichartige Blätter haben auch gleichartige Stengelglieder. Als Blattarten unterscheiden wir nun am Grundstocke folgende:

1) Keimblätter (§. 666.).
2) Schuppenblätter.
3) Laubblätter.

Diesen Blättern entspricht:

1) ein Keimstengel,
2) ein Schuppenstengel,
3) ein Laubstengel.

Jede dieser Stengelarten kann auch Wurzeln entwickeln. Die Primitivwurzel sitzt aber immer am Keimstengel, dessen unmit-

telbare Fortsetzung sie ist. Der Schuppenstengel und Laubstengel entwickeln nur Adventivwurzeln.

§. 672.

Es gibt viele Pflanzen, welche nur ein Keimblatt entwickeln; sie heissen Monocotyledonen; eine noch grössere Zahl entwickelt jedoch zwei opponirte und coätane Keimblätter; sie heissen Dicotyledonen. Der Keimstengel der Monocotyledonen ist daher eingliederig, der der Dicotyledonen zweigliederig.

Zweites Capitel.

Von den Blättern des Grundstocks.

§. 673.

Die Entwickelung der Blätter.

Wenn das Blatt die freie Spitze eines Stengelgliedes ist, die sich von diesem selbst wieder zuletzt abgliedert, so kann es nur da zugleich Stengelspitze sein, wo es das letzte Glied einer Reihe bildet; in allen andern Fällen besteht zwischen der Stengelspitze und der Blattspitze ein wesentlicher Unterschied.

In allen den Fällen, wo sich Stengelglieder einfach an einander reihen, entwickelt sich jedesmal das jüngere aus der Spitze des ältern; gleichzeitig aber beginnt mit dem neuen Stengelgliede auch eine zweite Fortbildung ebenfalls an der Spitze, welche jedoch nicht als ein neuer Anfang, sondern als eine unmittelbare Fortsetzung des Stengelgliedes zu betrachten ist. Diese Fortsetzung ist das Blatt, welches als die vollendete, frei gewordene Spitze des Stengelgliedes zu betrachten ist. Auf diese Weise sind zwei Vegetationspunkte an dem Stengelgliede vorhanden, deren einer sich weiter fort nach oben richtet und somit eine Neubildung in dieser Richtung erzeugt, während der andere seine Thätigkeit zugleich nach unten wendet, und die bisherige Bildung in ihrer Entwickelung abschliesst. Beide Vegetationspunkte geben sich als erhabene Wärzchen zu erkennen. Dabei ist nun charakteristisch, dass das Blattwärzchen der zuerst geförderte Punkt ist, welcher sich über den andern erhebt, denselben in sehr vielen Fällen scheidenartig umwächst und mehr oder weniger einschliesst. So

z. B. bei dem Keim der Monocotyledonen (§. 809.). Auch bei Dicotyledonen mit einfachen Stengelgliedern kommt diese Erscheinung vor. So lange das Blatt der geförderte Theil ist, wächst dieses auch in der geraden Richtung seines Stengelgliedes fort. Es schliesst dabei das folgende Stengelglied als centrale Terminalknospe ein. Entwickelt sich nun diese, so wird der junge Trieb anfangs genöthigt, sich zur Seite abzubiegen und dadurch eine laterale oder secundäre Stellung zu dem Blatte einzunehmen, wie man z. B. bei Aristolochia Sipho deutlich bemerken kann. Diese Winkelstellung des jüngern Gliedes zu dem ältern bleibt entweder, oder sie wird durch spätere Geradstreckung des jüngern Gliedes aufgehoben; denn zuletzt ist das neue Stengelglied der geförderte Theil, welcher das Blatt überholt. Dann wird das Blatt häufig zu einer lateralen oder secundären Stellung gezwungen, die es auch beibehält. Nur in solchen Fällen ist eine Ausnahme, wo kein neues Stengelglied sich anschliesst, wo also das Blatt allein die Spitze des letzten Stengelgliedes und somit auch die Spitze des Grundstengels bildet, wie z. B. bei Juncus.

Die Halme bei Juncus (Taf. 27. Fig. 8.), welche an ihrer Basis mit Schuppenblättern bedeckt sind, haben in ihrer Spitze die Bedeutung eines Blattes, an der Basis aber die eines Stengelgliedes. Das Ganze ist ein eingliederiger Laubstengel. Bei den sterilen Halmen fliesst das Laubblatt in den Stengel über, so dass man die Grenze zwischen beiden nicht angeben kann; bei der Stelle aber, wo dieser Halm den Blumenstock aus seinem Innern hervorgehen lässt, ist das Ende des eingliederigen Laubstengels und die Basis des einzigen Laubblattes, welches, wie viele andere Laubblätter, die Knospe des Blumenstengels an seiner Basis einhüllt und daher auch an dieser Stelle zuletzt mit einer Scheide erscheint, die nichts weiter ist, als ein Längsspalt, wodurch die Blattbasis seitlich geöffnet wird.

Während nun in den meisten Fällen der Blüthenstengel sich in derselben Richtung ausstreckt, wie das Glied des Grundstocks, aus dem er hervorgeht und dadurch das Blatt des letztern zur Seite biegt, bleibt hier das letztere in der Richtung seines Stengelgliedes und zwingt dadurch den Blüthenstengel zur Seite.

Hiernach ist der Grund des Blattes durch die Stelle bestimmt, wo ein folgendes Stengelglied aus dem vorhergehenden zum Vorschein kommt. Demnach können nur solche Stengelglieder blattlos sein, welche das folgende Glied aus ihrer wahren, vollendeten Spitze, nicht unter derselben, hervorgehen lassen. Weil nun bei Lemna (Taf. 28. Fig. 7.) das folgende Glied unter der Spitze her-

vorkommt (wie bei Iris), so muss auch die Spitze über der aufgeschlitzten Scheide, welche das neue Glied an seiner Basis bedeckt, als Blatt angesehen werden, wie die Spitze des Juncushalmes. Das Blatt bei Lemna unterscheidet sich (abgesehen vom anatomischen Bau) auch in der That fast nur durch seine Dimensionen vom Irisblatte.

§. 674.

Während nun in den eben berührten Fällen, wo wir es nur mit einzähligen Stengelgliedern zu thun hatten, ein Glied aus dem andern hervorwächst und das jüngere sich auf das ältere setzt; finden wir die Sache bei den mehrzähligen Stengelgliedern verschieden. Wo mehrere Stengelglieder neben einander erscheinen, wo also ein Stengel horizontale Gliederung zeigt, da findet auch stets eine vorhergehende Abtheilung der Zellgewebsmasse Statt, welche vorher das punctum vegetationis bildete (Taf. 27. Fig. 2.). Diese Abtheilungen erscheinen nun als horizontale Stengelglieder, welche um eine Hauptaxe herumgelegt sind; aus ihrer gemeinschaftlichen Mitte wächst das punctum vegetationis nach oben fort und erneuert sich so fortwährend. Die Spitzen der horizontalen Stengelglieder wachsen ebenfalls nach oben hin frei aus, und während sie in ihrem Anfange (ehe sie von einander abgetheilt waren) als Theile des punctum vegetationis die Stengelspitze bildeten, erscheinen sie nun bei den einzelnen Stengelgliedern als Blattspitzen (Taf. 27. Fig. 1. b.). Am leichtesten lässt sich diese Beobachtung an Hippuris vulgaris (Taf. 27. Fig. 7.) und an den jungen Knospen von Abies machen. Man sieht hier in beiden Fällen deutlich, dass nicht Eine Zelle den Anfang des Blattes bildet, sondern dass mehrere zugleich sich als ein Höckerchen erheben, obschon späterhin in der Blattspitze sich eine einzelne als Scheitelzelle zeigt. Ein ähnliches Verhalten findet bei der Bildung des Embryo der Dicotyledonen Statt (§. 809.)

Da nach diesen Darstellungen das Blatt jedesmal die Spitze eines Stengelgliedes ist, da ferner das Blatt mit dem Stengelgliede zugleich entsteht, so kann man nicht sagen, dass das Blatt sich erst aus dem Stengel entwickele. Weil aber die Spitze des Blattes zuerst fertig ausgebildet ist, die Basis desselben aber, so wie das dazu gehörige Stengelglied zuletzt, da sich ferner die zu einem Stengelgliede gehörige Wurzel oft später als das Stengelglied entwickelt, so werde ich bei der nähern Betrachtung dieser einzelnen Organe mit den Blättern beginnen und mit der Wurzel schliessen.

§. 675.

Die Keimblätter (cotyledones). Taf. 25.

Sie sind mehr physiologisch als morphologisch von den Laubblättern verschieden, daher auch Vieles, was wir späterhin bei den Laubblättern anführen werden, auf die Keimblätter Anwendung findet. Doch gilt im Allgemeinen, dass das Keimblatt der Monocotyledonen mehr Aehnlichkeit mit einem Schuppenblatte, als mit einem Laubblatte hat und dass seine Basis das folgende Stengelglied umfasst. Indessen verlängert sich nicht selten das Keimblatt auch in eine Spitze über der scheidenartigen Basis und bekommt dadurch ein stengelartiges Ansehen [37]).

Unter den Dicotyledonen sind es besonders die Leguminosen, deren dicke, fleischige Keimblätter sich entweder gar nicht (Vicia. Tab. 26. Fig. 2. a.) oder nur wenig über die Erde erheben. Sie behalten daher hier ihr knollig verdicktes Ansehen, ihre bleiche Farbe, und entwickeln auch keinen Blattstiel. Sie ähneln hier den verdickten Schuppenblättern der Zwiebeln. Bei andern Dicotyledonen erheben sich die Keimblätter mit ihrem Stengel über die Erde, entwickeln einen mehr oder weniger langen Stiel und eine deutliche Lamina, die sich sogar mitunter in Lappen oder Fiederblättchen theilt, so dass sie dadurch ganz den Laubblättern gleichen. Beispiele hierzu liefern Tropaeolum (Tab. 25. Fig. 6.), Geranium (Fig. 8.), Lepidium, Ceratophyllum und viele andere. Bei Tropaeolum majus finden sich sogar an der Basis des Blattstiels zwei kleine Nebenblätter (stipulae). In allen Fällen sind die beiden Keimblätter an ihrer Basis mit einander verwachsen und bilden auch so gemeinschaftlich an dem Stengel eine kleine, mit demselben verwachsene Scheide. Bei mehreren Cruciferen, besonders ausgezeichnet am Radieschen (Raphanus sativus, var. Tab. 26. Fig. 1.), löst sich unterwärts an der Stengelbasis die scheidenartige Blattspur von dem Keimstengel ab, verlängert sich abwärts in zwei Hälften, die sich in der Form von zwei gegenüberstehenden und umfassenden Schuppenblättern entwickeln, welche ihre Spitzen abwärts gerichtet haben und mit ihrer Basis die verdickte Wurzelbasis einhüllen. Man kann sie vielleicht als Wurzelblätter ansehen (§. 710.). Bei Brassica oleracea bildet dasselbe Organ eine Scheide, die unterwärts geöffnet ist und sich in zwei bis vier Lappen spaltet. In geringerm Grade zeigt sich diese Scheide an der Keimwurzel von Lepidium sativum; sie zeigt sich hier als die ringsum sich ablösende Rinde. Bei Ribes ist die Erscheinung ähn-

lich, aber die dadurch entstehende Scheide bleibt oben und unten angewachsen.

Interessant sind die Thatsachen, welche *Treviranus* von der Keimung der Pinguicula vulgaris mitgetheilt hat („Botan. Zeit." 1848. p. 441.). Diese Pflanze, welche im Uebrigen den Dicotyledonen angehört, besitzt als Keim kein Samenblatt und entwickelt ihre Keimblätter erst während des Keimungsprocesses, aber nur Eins auf einmal, so dass vom zweiten Blatte noch keine Spur vorhanden ist, während das erste schon ziemlich ausgebildet ist. Noch merkwürdiger ist vielleicht Ficaria, deren Keimung *Irmisch* beobachtete, nach dessen mündlicher Mittheilung und Zeichnung nur ein einziges Keimblatt entwickelt wird.

§. 676.

Die Schuppenblätter (squamae).

Taf. 26. Fig. 10—14. Taf. 28. Fig. 5. 6.

Sie sind dadurch ausgezeichnet, dass sie nur wenig in die Länge entwickelt sind, dafür aber immer eine breite Basis haben, womit sie den Stengel ganz oder theilweise umfassen. Sie erscheinen vorzüglich als Scheiden und Hüllen unterer Stengelglieder. Ihre Form ist höchst einfach; sie sind meist ganz, und wenn sie an ihrer Spitze sich spalten, so machen diese Formen schon den Uebergang zu der folgenden Blattart. Nie entwickeln diese Blätter Stiele. Ihre Farbe ist häufig bleich, gelblich, röthlich, violet, braun, selbst schwarz, niemals entschieden grün.

Man kann von ihnen wieder dreierlei Formen unterscheiden:

a) Deckschuppen, welche als äussere Decken der Zwiebeln und anderer Winterknospen erscheinen; sie sind trockenhäutig und meist braun bis schwarz. Bei der Entfaltung der Knospen haben sie ihre Ausbildung beendigt und fallen alsdann meist ab. Bei Pinus entfalten sich die innern Deckschuppen nicht mit, sie bleiben vielmehr an der Spitze vereinigt, lösen sich aber an der Basis vom Stengel ab und bedecken die junge Knospe wie ein zartes braunhäutiges trockenes Mützchen. Die äussern Schuppen sind jedoch stehenbleibend. Bei Buxus sempervirens bleiben die Deckschuppen sämmtlich am Schoss stehen (Taf. 27. Fig. 5. a.).

b) Zwiebelblätter, welche dick und fleischig sind und in ihrer Achsel oft Knospen entwickeln, deren Mutter- und Nährblätter sie sind. Ihre Farbe ist meist bleich, bisweilen oberflächlich röthlich, oder grünlich. Man kann sie nach *Irmisch* füglich Blattknollen nennen. Manche von ihnen dauern nur

eine, andere dagegen mehrere Vegetationsperioden. (*Irmisch*, „Morphologie der Zwiebelgewächse". p. 232.)

c) Scheidenblätter, welche als unmittelbare Vorläufer der Laubblätter meist an unterirdischen, mehr oder weniger verlängerten Stengelgliedern auftreten (Convallaria), und gewöhnlich häutig sind, mit bleicher oder violetter, selten grüner Farbe. Sie stellen entweder eine nur an der Spitze seitlich aufgeschlitzte Scheide dar, wie bei den Gräsern, Juncaceen, oder die Scheide ist vollkommen, ohne seitlichen Schlitz, an der Spitze ringsum wie abgeschnitten, bei Scirpus palustris und andern Arten. Bei mehrzähligen Stengelgliedern umfassen sie (einzeln) den Stengel nur zum Theil. Sie treten mitunter auch allein an oberirdischen entwickelten Stengelgliedern auf, z. B. bei Monotropa, Lathraea, Orobanche, Asparagus. Bei der letztern Gattung verlängert sich ihre Basis oft schief abwärts in eine Spitze, welche mitunter dornartig erhärtet. Die genannten Pflanzen bringen es gar nicht zur Entwickelung von Laubblättern. Beispiele, wo auf die Keimblätter Scheidenblätter und auf diese Laubblätter folgen, bieten Asarum, Hepatica triloba, Adoxa und Helleborus dar.

§. 677.

Bei vielen Pflanzen (besonders einjährigen) fehlen die Schuppenblätter ganz (Chelidonium, Geranium, Achillea, Lepidium, Raphanus, Brassica u. s. w.). Die deckenden Schuppenblätter fehlen aber auch bisweilen bei Winterknospen perennirender Pflanzen, z. B. bei Juniperus communis, Lysimachia Nummularia, Lychnis Viscaria, Plantago lanceolata. Noch häufiger fehlen sie bei den Bäumen wärmerer Himmelsstriche z. B. bei vielen Myrtaceen der südlichen Hemisphäre, Myrtus communis, Araucaria, Cuninghamia, wo die Grenze der Jahrestriebe nur durch kleinere Laubblätter bezeichnet wird, wie bei Lycopodium annotinum (Tab. 24. Fig. 9. b.).

§. 678.

Die Laubblätter (folia).

Sie bilden meist diejenigen Theile des Grundstocks, welche besonders in die Augen fallen und demselben seine eigenthümliche Tracht und seinen Schmuck verleihen. Sie erreichen von allen Blattorganen den höchsten Entwickelungsgrad, obschon manche ihrer Formen eben so einfach sind, als die Schuppenblätter.

Die Laubblätter entwickeln sich zum Theil ziemlich selbständig; sie erscheinen dann als eigenthümliche und besondere Glieder,

welche selbst wieder in untergeordnete Glieder zerfallen, indem die Gliederung des Stengels sich in der Blattaxe, wenn auch mit gewisser Beschränkung wiederholt. Daher kommt es, dass die höher entwickelten Laubblätter sich an diejenigen seitlichen Axengebilde des Stengels anschliessen, welche als Aeste bekannt sind, und es kommen Formen vor, bei denen man zweifelhaft ist, ob man sie den Stengel- oder Blattformen beizählen soll. Dadurch, dass diese Blätter sich zuletzt immer selbständiger entwickeln, kommt es vor, dass die Abgliederung, welche zunächst nur als eine Marke zwischen ihnen und den dazu gehörigen Stengelgliedern, deren obere Abtheilung sie bilden, erscheint, in eine wahre Trennung übergeht, welche die Verbindung ganz aufhebt. Da aber ein Blatt sich in den meisten Fällen nur zu einem selbständigen Gliede, aber nicht zu einem selbständigen Individuum entwickeln kann, so kommt es, dass die Trennung des Blattes von seinem Stengelgliede auch meist sein Tod ist. Manche Laubblätter schliessen ihren Lebenslauf vor, andere aber mit der Vegetationsperiode; wieder andere dauern mehrere Vegetationsperioden hindurch, wie die Nadeln der Tannen und Fichten, des Lebensbaums, Wachholders, die Blätter tropischer und subtropischer Bäume (Citrus, Laurus) u. s. w.

§. 679.

Die Form eines Blattes wird theils durch seine Gliederung, theils durch die Art und Weise, wie sich seine Glieder entwickeln, bedingt. Auch das Blatt ist ein Axenorgan, wie der Stengel, denn es ist die Fortsetzung eines Stengelgliedes. Diese Fortsetzung ist in manchen Fällen so unbedeutend, dass sie kaum als Blatt in Anspruch genommen werden kann, wie z. B. bei den Casuarinen, wo sogar die seitliche Verwachsung der einzelnen Blätter die selbständige Abgliederung derselben verhindert (wie bei Equisetum) und man versucht wird, den Blätterkranz für eine gezähnte Scheide zu halten. Auch bei manchen Juniperus- und Thuja-Arten sind die Blätter sehr klein und sie erscheinen hier gleichsam nur als das zugespitzte Ende der Blattspur; bei Lemna aber ist das Blatt noch so Eins mit seinem Stengelgliede, dass man dieser Pflanze in neuer Zeit das Laubblatt ganz abgesprochen hat (*Schleiden*, „Grundz." II. p. 130.), während man früher die Glieder des ganzen Grundstocks für bewurzelte Blätter ansah. Aehnlich ist es bei Ruscus. Das Organ, woraus der Blumenstengel sich erhebt, ist seinem ganzen Umfange nach weder ein blosses Stengelglied, noch ein blosses Blatt, sondern eine Verbindung von beiden. Der Zweig

geht von der Basis bis zum Blumenstengel, welcher sich frei erhebt. Das untere Stengelglied des Zweiges geht an der innern Blattfläche hinauf und bildet hier einen deutlichen Vorsprung.

Man kann nun zweierlei annehmen:

1) Das Organ ist bis in die Region, wo der freie Blumenstengel auftritt, ganz Zweig, über derselben aber Blatt; dann erscheint der blattartige Rand des Zweigs als Blattspur und das Blatt als folium decurrens, wie bei Carduus crispus und Acacia alata; das basiläre Stützblatt des Zweigs aber wäre ein Scheidenblatt, wie alle Blätter der vorangehenden Axen und wir hätten an Ruscus ein Beispiel, wo der Grundstock mit vielen eingliederigen Laubsprossen schliesst, welchen ein sehr entwickelter, vielgliederiger und verästelter Schuppenstengel vorangeht.

2) Das Organ ist in seiner Spitze Blatt, vom Blumenstengel an abwärts aber eine Verbindung von Blatt und Laubstengel; dann wäre das Glied des letztern nicht axillär in dem Scheidenblatt, sondern in dem Laubblatt und beide wären mit einander verwachsen; das basiläre Stützblatt aber, wäre gar kein eigenthümliches, selbständiges Blatt, sondern eine stipula dorsalis, ähnlich dem Dorn, welcher das Laubblatt des Stachelbeerstrauches stützt (§. 685.).

Die letzte Annahme scheint noch unterstützt zu werden durch die obersten Gipfelblätter, mit denen kein Blumenstand verbunden ist; denn man sieht hier keine Marke, wo das Stengelglied aufhört und das Blatt anfängt; ganz wie bei den sterilen Halmen bei Juncus.

Ich gebe indessen der ersten Ansicht den Vorzug, einmal, weil es mit dem Wesen des Blattes — als freie Stengelspitze (§. 673.) — in Widerspruch tritt, dass dasselbe mit einem andern als seinem eigenen Stengelgliede (und auch hier nur an seinem Grunde) verwachse; sodann, weil das Wachsthum eines Blattes und Stengelgliedes von verschiedenem Alter nicht übereinstimmend ist, wodurch eben die Differenz zwischen Blatt und Stengel hervorgerufen wird, und endlich, weil es überhaupt unnatürlich, oder wenigstens nicht normal ist, wenn seitliche Verwachsungen von Organen so verschiedener Art, wie Blatt und Stengel, vorkommen (§. 786.).

§. 680.

Das eingliederige Blatt ist das einfachste. Es ist mit seinem Stengelgliede entweder noch eins und innig mit demselben verschmolzen, wie bei Casuarina, Lemna, Thuja; oder es wird durch eine Gelenkbildung von demselben getrennt, wie bei Abies, Calluna, Acacia

linifolia. Die so eingelenkten Blätter fallen zuletzt durch ihre eigene Schwere ab, die eingewachsenen aber nicht. Seine vorherrschende Entwickelung geschieht in der Richtung der Längenaxe, welche durch ein Gefässbündel vertreten wird, das sich von der Basis bis zur Spitze erstreckt und bisweilen noch an derselben zu einem Dorn auswächst (Acacia linifolia, einige Juniperusarten). Die Entwickelung in die Dicke geschieht entweder allseitig mehr oder weniger gleichmässig und dann entstehen stielrunde oder fast stielrunde Blätter, wie z. B. bei gewissen Mesembryanthemum- und Sedum-Arten; oder sie ist dreiseitig (bei Pinus Strobus) oder nur zweiseitig. Der letzte Fall ist der häufigste und die Blätter bekommen davon ihre geflügelte Form, aber es kommen dabei grosse Verschiedenheiten vor. Zunächst bemerken wir eine gleichmässige oder ungleichmässige Entwickelung dieser Seiten, wodurch die symmetrische oder asymmetrische Form der Blätter bedingt wird; alsdann können die zwei vorspringenden Seiten vertical oder horizontal entwickelt werden. Im ersten Falle entstehen Kielblätter (phyllodia), welche wir schon bei Schistostega und mehreren Jungermannieen kennen gelernt haben; im zweiten Falle aber Spreitenblätter (folia). Bei unsern einheimischen Pflanzen sind einfache Kielblätter sehr selten; sie finden sich aber bei Picea vulgaris *Lk.* mit schwach entwickeltem zweiseitigen Kiel; allgemeiner sind sie bei den neuholländischen Acacien (A. verticillata, linifolia). Stark entwickelte Kielblätter zeigen immer eine asymmetrische Bildung, zugleich aber auch eine Verzweigung des mittlern Gefässbündels nach oben und unten, wodurch sie geadert erscheinen (Acacia cordata und alata).

Die Spreitenblätter sind die häufigsten. Sie besitzen die mannigfaltigsten Formen. Einfach und linienförmig finden wir sie bei Abies pectinata, Hippuris vulgaris, Passerina, wo ein einfaches Gefässbündel vorhanden ist und den Mittelnerv bildet.

Wo die Spreitenblätter breiter werden, da verzweigt sich der Mittelnerv in seitliche Adern, welche die Spreite durchziehen. Diese Gliederung des Gefässbündels erstreckt sich übrigens in gewissen Fällen auch auf die Spreite selbst, so dass sie dadurch in grössere oder kleinere Lappen getheilt wird. Hiernach werden gelappte, geschlitzte, gespaltene und getheilte Blätter unterschieden. Beispiele: Reseda odorata und alba, Nigella damascena und arvensis, Achillea, die meisten Umbelliferae, viele Ranunculaceae, Ribes, Crataegus. Doch sind unter den angeführten Beispielen auch gemischte Formen vorhanden (§. 820.).

§. 681.

Das zweigliederige Blatt entsteht aus dem eingliederigen, wenn es sich an seiner Basis entweder zu einer Scheide (vagina), oder zu einem Stiel (petiolus) entwickelt. Es müssen also heterogene Glieder sein. Entwickelt es sich ebensowol zu einem Stiel, als auch zu einer Scheide, so ist es ein dreigliederiges Blatt. Zweigliederige Blätter, welche aus einem Kiel und einer Scheide bestehen, besitzen Lemna, Iris und Gladiolus; zweigliederige Blätter mit Spreite und geschlossener Scheide: Allium, Convallaria; dieselben mit halbumfassender Scheide und sehr gering entwickelter Spreite: Thuja, Juniperus.

Bei Bupleurum perfoliatum entwickelt die geschlossene Scheide einen breiten blattartigen Rand, welcher wie die ganze Scheide fliessend in die Spreite übergeht.

Zweigliederige Blätter mit Stiel und Spreite sind sehr häufig. Gewöhnlich gehen beide ununterbrochen in einander über (Buxus sempervirens, Euphorbia Peplus, Syringa vulgaris), so dass der Stiel oft nur als ein kahler, nach unten verlängerter Mittelnerv erscheint; doch kommen auch Fälle vor, wo Stiel und Spreite durch ein Gelenk von einander geschieden sind (Citrus; schwächer bei Vitis vinifera).

§. 682.

Dreigliederige Blätter bestehen aus der Scheide, dem Stiel und der Spreite. Sie sind häufig bei den Umbelliferen, wo neben der allgemeinen Blattgliederung gewöhnlich noch eine Spreitengliederung vorkommt. Aber die Spreite hat nur homologe Glieder. Aehnliches findet sich auch bei den Ranunculaceen. Ein dreigliederiges Blatt mit einfacher herzförmiger grosser Spreite und geschlossener Scheide hat Aristolochia Sipho. Die Glieder gehen hier, wie in den meisten andern Fällen, fliessend in einander über.

§. 683.

Von den Gliedern, in welche die Scheide zerfällt.

a) Nebenblätter. Dass die früher (§. 676.) erwähnten Schuppenblätter in morphologischer Hinsicht dem Basilargliede (der Scheide) eines dreigliederigen Blattes entsprechen, ergibt sich nicht nur aus der äussern Form und der Stellung zum Stengelgliede, sondern auch aus der Entwickelungsgeschichte. Untersuchen wir z. B. die sich entfaltenden Knospen eines Kirschbaums im Frühling (Taf. 26. Fig. 10 bis 17.), so finden wir, dass die

Knospenschuppen von unten nach oben (oder von aussen nach innen) allmälig an Grösse zunehmen; dass die weiter folgenden an der Spitze einen Einschnitt bekommen und zweilappig werden; dass endlich zwischen den zwei Läppchen ein Mittelstück erscheint, das allmälig grösser wird, bis zuletzt das Mittelstück ein deutliches Laubblatt mit dem Stiele darstellt. Der Theil aber, welcher der Schuppe entspricht, ist die Blattscheide, und die beiden seitlichen Läppchen sind ihre Glieder, welche man Nebenblätter (stipulae) nennt. Aehnlich verhält es sich auch bei der Eiche, der Hainbuche, der Linde; nur ist hier die Scheide zuletzt gar nicht mehr vorhanden, sondern statt ihrer die Nebenblätter. Auch werden diese in den auf einander folgenden Blättern allmälig kleiner und verschwinden fast, während sich das Laubblatt immer kräftiger entwickelt. So wie hier allmälig die Nebenblätter auf die Schuppenblätter und sodann die Laubblätter zwischen den Nebenblättern folgen, so folgt bei den Umbelliferen die Scheide erst auf das Laubblatt; und wie dort die Anfangsglieder mit der Scheide (Schuppe) beginnen, die Endglieder aber mit dem Laubblatt schliessen, so beginnt bei den Umbelliferen das Anfangsglied mit dem Laubblatt (Cotyledon), dessen Scheidentheil auf ein Minimum reducirt ist, und das Endglied schliesst mit einer Scheide, welche in der Hochblattregion des Grundstengels oft fast allein noch übrig ist, während der Laminartheil nur rudimentär vorhanden ist.

Die Nebenblätter stehen eigentlich immer an jedem Mittelblatt paarweise, links und rechts. Beide ergänzen sich gegenseitig in ihrer Form, weil jedes einzelne nur die eine Seite der Basis eines Mittelblatts repräsentirt und daher für sich allein asymmetrisch erscheint. Bisweilen kommt es vor, dass bei gegenüberstehenden Blättern die auch gegenüberstehenden Nebenblätter verwachsen. So auf beiden Seiten bei Humulus Lupulus, Coffea arabica und Cephalanthus occidentalis, abwechselnd nur auf einer Seite bei Erodium cicutarium. Bei der letzten Pflanze haben daher die zwei gegenüberstehenden Laubblätter scheinbar nur drei, bei den drei ersten nur zwei Nebenblätter. Die verwachsenen Nebenblätter sind an der Spitze immer (?) zweispaltig.

In Farbe, Form und Substanz sind die Nebenblätter sehr verschieden. Manche gleichen darin sehr dem zu ihnen gehörigen Mittelblatte (Geum urbanum, Crataegus oxyacantha [hier sogar gestielt!], Alchemilla vulgaris, Tormentilla), andere weichen sehr davon ab und stellen nur Läppchen einer Blattscheide dar (Rosa), oder Drüsenorgane (Impatiens glandulifera und Roylei, Viburnum Opulus), oder Wimpern (Ribes rubrum), oder zarte Stacheln (an

den Kielblättern der Acacia armata, cordata, alata), oder starke und abstehende Dornen (Robinia Pseudacacia, Tab. 29. Fig. 9. b.), diese überdauern auch das Mittelblatt, während andere mit demselben abfallen. Bei der Linde und einigen andern Bäumen (Eiche Tab. 32. Fig. 5. d., Buche), wo sie an der Basis eingelenkt sind und dadurch als sehr selbständig gewordene Glieder erscheinen, fallen sie dagegen sehr frühzeitig ab, so dass man an den ausgewachsenen Linden- und Eichenblättern sie gar nicht mehr vorfindet. Man hat diesen letzten Nebenblättern den sehr überflüssigen und unpassenden Namen „ramenta" gegeben. Am meisten nähern sich aber die Nebenblätter dem Mittelblatte bei unsern einheimischen Rubiaceen; sie gleichen dem Mittelblatte so sehr, dass man sie kaum von demselben unterscheiden kann, und es hält schwer, das Mittelblatt herauszufinden, wenn man sich nicht von der Stellung der Aeste leiten lässt. Man kann daher in diesem Falle füglich die Nebenblätter als homologe Glieder des Mittelblattes ansehen; dann sind sie aber keine Nebenblätter (= Glieder einer Blattscheide), sondern Glieder einer Blattspreite, welche eine strahlige Stellung um den Stengel einnehmen.

Es wären hiernach die Blätter von Galium, Asperula u. s. w. folia digitata sessilia [36]). Was hier von der Blattspreite der Rubiaceen gesagt ist, gilt auch von dem Kielblatte der Acacia verticillata.

Schleiden sagt („Grundz." II. 186.), dass nach *Lindley* die Nebenblätter bei Marcgravia und Norantea Schläuche bilden. Aber die Marcgraviaceen besitzen bekanntlich keine Nebenblätter und *Lindley* spricht auch in seinem System von kappenförmigen hohlen Deckblättern.

§. 684.

b) Achselblättchen (stipula axillaris). Bei der Scheide gewisser Pflanzen wächst aus der innern Fläche noch ein kleinerer Scheidentheil hervor, welcher sich über den andern mehr oder weniger erhebt und den Stengel umfasst. Bei den Gräsern bildet dieser Theil ein zartes weisses Häutchen, das Blatthäutchen [ligula] [37]). Man bemerkt es sogleich, wenn man das Spreitenblatt mit der Scheide vom Halme abzieht. Bei den Potamogetonen, Sausureen findet sich das Blatthäutchen als eine ziemlich selbständige Scheide entwickelt; bei den Polygoneen dagegen und bei Caltha bildet dasselbe Organ eine geschlossene Scheide, die man auch Tute (ochrea) genannt hat.

§. 685.

c) (?) Das Rückenblättchen (stipula dorsalis) steht aussen an der Basis des Blattes oder des Blattstiels und stützt das Blatt, wie das Blatt den Ast. Sein Vorkommen ist selten; es findet sich z. B. bei Grossularia, wo es zu einem Stachel erhärtet und das Laubblatt überdauert. Dieser Stachel ist einfach oder auch dreitheilig. Der dreitheilige Stachel erinnert übrigens an den dreitheiligen Stachel bei Berberis vulgaris [38]).

§. 686.

Von den Gliedern, in welche der Blattstiel zerfällt.

Der Blattstiel verhält sich in vielen Fällen wie ein Zweig mit beschränktem Wachsthum. Die einfachen stachelartigen Blätter bei dem Stachelbeer- und Berberitzen-Strauch erscheinen gleichsam wie Blattstiele ohne Spreite. Bei den dreitheiligen Stacheln kann man die Seitentheile als Nebenblätter ansehen; da sie aber mit dem Mittelblatte übereinstimmen, so kann man das ganze Organ auch als einen dreitheiligen Blattstiel betrachten. Der Blattstiel gliedert sich in die Länge und in die Breite. Erst durch die Gliederung des Blattstieles entstehen zusammengesetzte Blätter. Die Gliederung wird hier dadurch hervorgerufen, dass die secundären Glieder eingelenkt an den primären Gliedern sitzen. Zu den primären Gliedern gehören alle diejenigen, welche in der Verlängerung der Hauptaxe des Blattes liegen; sie bilden den Hauptstiel und gehen entweder fliessend in einander über (Robinia Pseudacacia), oder ihre Grenzen sind durch eine Krümmung (Phaseolus, Paeonia) oder Einschnürung (Sorbus aucuparia) markirt. Die zu einem Hauptstiel gehörigen Nebenglieder haben entweder eine fächerförmige oder zweizeilige Anordnung. Im ersten Falle entstehen gefingerte Blätter, im zweiten gefiederte (Taf. 29. Fig. 2. 9. a.). Die Elemente beider heissen Blättchen (foliola) oder Fiedern (pinnae). Die Fiederung ist bald einfach, bald wiederholt sie sich ein- bis zweimal, wonach man einfach-, doppelt- und dreifach-gefiederte Blätter unterscheidet. Manche Fiedern haben an der Basis ihrer Stiele auch noch besondere Nebenblättchen (stipellae), z. B. Phaseolus, Robinia.

Wie am Stengel das Blatt in mehr oder weniger deutlichen Spuren herabläuft, so laufen auch die Fiederblättchen an dem Hauptstiel herab und bilden an demselben kleinere oder grössere flügelartige Vorsprünge. Wie aber auch bei zweizeilig gestellten Blättern horizontal abstehender Zweige (Tilia, Carpinus, Ulmus, Fagus) die Blätter doch keine genau horizontale Lage haben, sondern mit ihren

Spitzen sich mehr nach oben richten, so richten sich auch die Fiederblättchen mehr nach oben, noch mehr aber die geflügelten Ränder des Blattstiels, wodurch derselbe rinnenförmig wird. Diese Form ist um so stärker ausgeprägt, je mehr der Hauptstiel an der Basis sich scheidenartig entwickelt (Dahlia).

Die gefiederten Blätter haben entweder ein Endblatt (Robinia), oder keins. Im letztern Falle hört der Stiel entweder plötzlich auf (Astragalus baeticus), oder er läuft noch in ein kurzes weiches Spitzchen aus (Orobusarten), oder in einen Dorn (Astragalus massiliensis), oder er verlängert sich in eine Ranke (cirrus), welche sich um andere Gegenstände wickelt (Vicia, Taf. 26. Fig. 3. d., Pisum). Bei rankenden Blattstielen kommt es häufig vor, dass schon statt der letzten Fiederpaare Rankenzweige auftreten, ja dass die letztern sogar alle Fiederblättchen ersetzen, wie bei Lathyrus Aphaca, wo der rankende Blattstiel an seiner Basis nur Nebenblätter trägt. Diese Ranken, welche man auch Wickelblätter nennen kann, nähern sich um so mehr den stengelartigen Organen, als bei ihnen das Längenwachsthum in der Spitze (besonders bei denen der Cucurbitaceen) vorwaltet, während es bei den entschiedenen und einfachen Blättern an der Basis vorherrscht. Das zusammengesetzte Blatt wächst überhaupt anders, als das einfache, indem jedes einzelne Blättchen seinen eigenen und selbständigen Bildungsherd hat, daher sie auch nur dem einfachen Blatte im Wachsthum gleichkommen, während der Stiel sich der Zweignatur nähert. So kommt es, dass die untern Fiederblättchen sich immer früher entwickeln, als die obern, dass aber jedes einzelne an der Spitze zuerst, an der Basis zuletzt ausgebildet ist. Bei Guarea ist es ganz entschieden, dass der Blattstiel seine Fiederblättchen verliert, während er selbst an seiner Spitze weiter vegetirt und sich ganz in einen fortbestehenden Ast umwandelt. (*H. v. Mohl*, „Vermischte Schriften", p. 208. — *Roeper* in *DCand.* „Physiol." II. 37.)

Es rankt übrigens nicht immer der kahle Blattstiel allein, sondern auch der mit Blattspreiten versehene, wie wir leicht an Fumaria, Aristolochia Sipho und Phaseolus sehen können. Bei dem letztern aber krümmt sich vorzugsweise die Basis (nicht die Spitze), welche sowol bei dem Hauptstiel, als bei den Nebenstielchen eine Anschwellung, drehrunde (nicht rinnenförmige) Entwickelung und saftreiche Parenchymbildung (wie junge Pflanzentheile) zeigt. Diese Geschwulst bildet ein eigenthümliches Glied des Blattstiels und ich nenne sie deshalb Blattfuss (phyllopodium). Sie kommt ausserdem sehr deutlich auch bei Vitis vinifera, Citrus, Robinia, den Acacien, Mimosen und allen Pflanzen mit eingelenkten Fiederblätt-

chen vor und ist nicht nur die Ursache des Krümmens der Blattstiele, sondern auch des Schliessens und Oeffnens der Fiederblätter, das wir bei den Mimosen und Robinien bemerken (§. 836.).

§. 687.

Die Spreite der Blätter.

Sie kommt in den verschiedensten Formen vor, die sich schon in der Knospe mehr oder weniger bemerklich machen. Jede Spreite hat in ihrer Jugend mehr oder weniger die Form einer Scheide. Sie ist dabei entweder einfach zusammengelegt (Buxus), oder auf eine bestimmte Weise zusammengefaltet (Chamaerops, Malva, Carpinus), oder die Blattfläche ist tutenförmig oder auch anders zusammengerollt, so dass eine Seite über die andere greift (Calla, Viola mirabilis); oder die Ränder sind von beiden Seiten eingerollt (junge Pappelblätter), oder zurückgerollt (junge Weidenblätter), oder oben einwärts gebogen (Hepatica), oder mit ihrer Spitze spiralig eingerollt (Cycas). Auch bildet sich die Fläche bald eben, bald uneben aus. Im letztern Falle bilden die Vertiefungen entweder Längsfurchen oder Streifen (Gräser), oder anastomosirende Curven (Galeopsis Tetrahit, Ballota, Marrubium) u. s. w. Im Allgemeinen gilt, dass die Vertiefungen der Oberfläche durch den Verlauf der Gefässbündel bezeichnet werden; auf der Unterfläche bilden diese aber die Hervorragungen. Nur in seltenen Fällen bilden sie auf beiden Flächen Hervorragungen (Tropaeolum majus). Vergl. §. 820.

Ich habe schon oben (§. 681.) erwähnt, dass bei Citrus Stiel und Spreite durch ein Gelenk von einander getrennt sind. Diese zwei Glieder entwickeln bei der Pomeranze auch zwei Blattspreiten, wovon die erste nur etwas kleiner ist, als die zweite. Aehnlich verhält es sich bei Nepenthes, nur sind hier beide Blattspreiten durch einen rankenförmig gekrümmten Zwischenstiel getrennt und die zweite Blattspreite entwickelt sich zu einem Schlauch, welcher noch mit einem Deckelchen versehen ist. Bei den vielfach getheilten Blättern der Utricularia bilden sich die einzelnen Theilchen ebenfalls zu kleinen blasenförmigen Schläuchen aus, in welchen sich theils Wasser, theils Luft ansammelt, wodurch sie zu Schwimmblasen für die im Wasser wachsende Pflanze werden. (Vergleiche *L. C. Treviranus,* „Botan. Zeitg." 1848. p. 444. — *Schleiden,* „Grundz." II. 186. — *Benjamin,* „Botan. Zeitg." 1848. p. 17.)

Die Blattstellung.

§. 688.

Wenn ein monocotyledonischer Embryo sich entwickelt, so gliedert sich derselbe in den untern Theil, das Stengelglied, und in den obern, das Blatt. An der Stelle aber, wo das erste Blatt mit dem ersten Stengelgliede verbunden ist, entspringt das zweite Stengelglied mit dem zweiten Blatte, in gleicher Weise entspringt das dritte Stengelglied mit dem dritten Blatte am zweiten u. s. f. So ist es bei den Gräsern, bei den Laucharten, bei den Schwertlilien (Tab. 25. Fig. 1 bis 4.). Die Glieder reihen sich hier der Länge nach einfach an einander und es entsteht so eine einfache Gliederkette. Dabei zeigt sich noch Folgendes:

a) Das folgende Stengelglied ist unmittelbar dem obern Ende des vorhergehenden aufgesetzt. Es schliesst sich sonach jedes folgende Stengelglied an das vorhergehende an und die dadurch entstehende Gliederreihe ist bisweilen eine continuirliche, daher auch solche Stengel ein unbeschränktes Wachsthum haben.

b) Jedes Stengelglied, welches nicht blattlos ist, hat aber noch sein eigenes Glied, als ein zweites, an seinem obern Ende auf sich sitzen; dies ist seine beschränkte Fortsetzung, das Blatt.

c) Ist das Blatt eine ringsum geschlossene Scheide, so bedeckt es auch das folgende Glied, wenigstens an seiner Basis, ringsum, und die Gliederreihe ist, so weit diese Blattbildung reicht, trichterförmig in einander gesteckt[39]).

d) Ist das Blatt eine einseitig gespaltene Scheide, oder ist es nur an der Basis, oder auch gar nicht, scheidenartig entwickelt, so können wieder drei Fälle vorkommen: α) Das Blatt bildet die gerade Fortsetzung seines Stengelgliedes; — dann muss sich das nächstfolgende Stengelglied zur Seite biegen. Beispiel: Lemna (Tab. 28. Fig. 7.). — β) Das nächstfolgende Stengelglied bildet die gerade Fortsetzung des vorhergehenden; — dann muss sich das Blatt zur Seite wenden. Beispiele: Gräser. — γ) Das Blatt und das folgende Stengelglied weichen einander aus. Beispiele: Majanthemum bifolium, Uvularia amplexifolia, Convallaria polygonatum u. s. w. (Tab. 25. Fig. 1.).

e) Wo bei den phanerogamischen Pflanzen solche einfache Gliederreihen auftreten, richten die ausbiegenden auf einander folgenden Blätter sich [vielleicht nur mit Ausnahme des ersten Laubgliedes bei Monocotyledonen[37])] niemals nach derselben Seite hin,

vielmehr häufig nach der entgegengesetzten. Es macht in diesem Falle jedes folgende Stengelglied eine halbe Kreisdrehung gegen das vorhergehende und es kommen mithin das 1te, 3te, 5te, 7te u. s. w. und das 2te, 4te, 6te u. s. w. über einander. Die Blätter stehen in zwei Zeilen abwechselnd am Stengel entlang, aber es theilen sich darum nicht zwei Blätter in den Umfang, sondern jedes einzelne umfasst denselben vollständig.

§. 689.

Bei den Dicotyledonen erscheinen am Keim zwei Blätter neben einander (Taf. 27. Fig. 1. b. b.). Sie sind als coätan anzusehen, wenn auch das eine gegen das andere mehr oder weniger zurück ist. Es sind Zwillingsblätter, auf welche oft wieder Zwillingsblätter folgen. Mitunter folgen auch Drillings-, Vierlingsblätter u. s. w. Hier ist klar, dass sich zwei, drei bis vier u. s. w. Blätter in den Stengelumfang theilen. Es müssen daher auch so viel Stengelglieder vorhanden sein. Solche coätanen Blätter bilden einen Blätterbund, den man gewöhnlich Blattquirl nennt, wenn mehr als zwei Blätter vorhanden sind. Wir wollen einen solchen Bund aber einen Blattgürtel nennen und auch die Zwillinge darunter mit begreifen.

Die Blätter eines Gürtels sind allerdings coätan, aber nicht simultan, weil sie nach einander sich einzeln entfalten (wie auch die Zwillinge u. s. w. bei den Thieren einzeln nach einander geboren werden). Das zuerst sich entfaltende Blatt eines Gürtels bezeichnen wir als Anfangsblatt, das letzte aber als Schlussblatt.

Die Zwillinge treffen wir häufig an bei den Caryophylleen, wo die Blätter an der Basis sehr deutlich mit einander verwachsen sind, ferner bei den Labiaten, mehreren Personaten (Alectorolophus), Buxus sempervirens (Taf. 27. Fig. 5.), wo die Blätter an der Basis getrennt sind. In allen den angegebenen Fällen kreuzen sich aber die auf einander folgenden Zwillinge, indem die Hauptaxe jedes folgenden Blattgürtels sich um $\frac{1}{4}$ Kreis dreht. Dadurch wird eine vierzeilige Anordnung der Blätter hervorgerufen, und obschon sich jedesmal bei der zweiten Drehung die Zwillinge schon decken, so stehen doch nicht die gleichen Elemente in derselben Linie über einander, sondern es wechseln in derselben Verticalen die Anfangsblätter mit den Schlussblättern der Quirle ab, so dass erst bei jedem fünften Paare die gleichen Elemente über einander stehen.

Bei Potamogeton densus (einer Monocotyledone mit Zwillingsblättern) dreht sich die Hauptaxe des folgenden Paares um einen Halbkreis. Dadurch entstehen zweizeilige gegenüberstehende Blätter, wie bei Salvinia (§. 655.), und es kommen bei jedem dritten Paare

die gleichen Elemente übereinander. Aehnlich verhält es sich bei Mesembryanthemum linguaeforme, Porliera hygrometrica, Zygophyllum, Fagonia, Tribulus, Ehrenbergia, Euphorbia Chamaesyce, humifusa, thymifolia (*A. Braun*). Bei Passerina filiformis wechselt diese Stellung mit der vorerwähnten ab. Bei Mercurialis annua drehen sich die folgenden Paare um einen Drittelkreis, so dass erst das vierte die gleiche Stellung über dem ersten Paar einnimmt. Andere noch vorkommende Abweichungen sind im Ganzen selten. Mehrere findet man bei *A. Braun.*

§. 690.

Die Drillinge finden wir, mehr oder weniger mit Zwillingen, Vierlingen und Fünflingen vermischt, bei Nerium Oleander, Juniperus communis, Verbena triphyllos, Bignonia Catalpa, Impatiens Roylei, Lysimachia vulgaris, thyrsiflora, punctata, ciliata; dann mit Zwillingen ausnahmsweise bei Syringa vulgaris, Ligustrum vulgare, Anagallis arvensis, Valeriana officinalis, Sambucus nigra, den Caryophylleen u. s. w.

Vierlinge haben noch Paris quadrifolia, Nerium tinctorium, Myriophyllum spicatum, Lythrum Salicaria, Sedum Telephium u. s. w.

Fünflinge: Hippuris maritima, Myriophyllum verticillatum, Veronica spuria.

Sechslinge: Eupatorium verticillatum; dasselbe kommt auch mit sieben Blättern vor. Sechs bis dreizehn Blätter trifft man in den Gürteln von Hippuris vulgaris an und bei den Casuarinen zeigt sich ein ähnliches Verhältniss wie bei Equisetum.

Man findet auch bei den mehrgliederigen Gürteln als Regel, dass die Hauptaxen der folgenden Gürtel gegen die vorhergehenden so gedreht sind, dass (wenn sie gleichzählig sind) ihre Blattaxen die Winkel der vorhergehenden Blattaxen halbiren. So drehen sich z. B. die auf einander folgenden Axen der Drillinge von Impatiens Roylei, deren Blattaxen einen Winkel von 120° machen, um einen Sechstelkreis. Denkt man sich zwei solcher Gürtel zusammengeschoben und mit einander verbunden, so erhält man einen sechsgliederigen Gürtel, dessen Blattaxen in einem Winkel von 60° zu einander stehen.

§. 691.

Die Gliederzahl eines Blattgürtels ist in gewissen Fällen sehr unbeständig; sie bewegt sich zwischen einem minimum und maximum. Die Ernährungsweise, ein trockner oder feuchter Standort u. s. w. veranlassen solche Schwankungen. Im Allgemeinen gilt für Phanerogamen, dass die Gliederzahl der Gürtel anfangs, mit der

Entwickelung des Stengels, meist zu-, dann aber häufig wieder abnimmt.

§. 692.

Die Blattgürtel liefern den Beweis, dass mehrere Glieder am Stengel neben einander vorhanden sind. Aber diese Glieder entwickeln sich nicht immer gruppenweise und coätan neben einander, sondern auch einzeln und in grössern Zwischenräumen nach einander, so dass die jüngern über die ältern mehr oder weniger hinwegrücken, wodurch sie eine andere Stellung einnehmen. So sehen wir öfters bei Paris quadrifolia, Lysimachia vulgaris, Nerium Oleander, Sedum Telephium einzelne Blätter eines Gürtels höher oder tiefer stehen, ja man trifft Individuen an, wo alle Blätter eines Gürtels in der Höhe wechseln und sich so zerstreuen [40]). Deutlicher ist die Zerstreuung der Blätter bei Fritillaria imperialis. Hier sind am untern Laubstengel offenbar sechsgliederige Gürtel vorhanden, aber es kommt nie einer zur Entwickelung eines Quirls, sondern die sechs zu einander gehörigen Blätter sind meist je drei auf einer und je drei auf der andern Seite aus einander gerückt, so dass der Gürtel sich nicht ringförmig, sondern wie eine Schraubenlinie um den Stengel windet. In der Gipfellaube derselben Pflanze, welche über die Blumenregion hinausragt, werden die Gürtel dreigliederig und man sieht nicht selten einen vollkommen dreigliederigen Quirl, auf diesen folgt dann noch ein zweigliederiger und den Schluss macht ein ganz einzelnes Blatt, das die Spitze des letzten Stengelgliedes bildet und darum auch senkrecht steht. Die Zerstreuung der Blätter bei Fritillaria scheint übrigens nicht in der Anlage vorhanden zu sein, sondern erst späterhin durch ungleiche verticale Entwickelung der einzelnen neben einander liegenden Stengelelemente hervorgerufen zu werden. Dasselbe ist auch bei den andern, schon oben erwähnten Beispielen anzunehmen.

Die fünfzeiligen zerstreuten Blattstellungen sind die gemeinsten; nächst ihnen kommen die achtzeiligen vor. Die fünfzeiligen zerstreuten Blätter, deren Divergenzwinkel $^2/_5$ vom Stengelumfang beträgt, kann man als aus zwei auf einander folgenden Blattgürteln zusammengesetzt ansehen, wovon der eine aus drei, der andere aus zwei Gliedern besteht. Die Axe jedes folgenden Blattes macht mit der des vorhergehenden einen Winkel von 144°, d. i. $^2/_5$ vom Kreisumfang. Diese beiden Blattgürtel bilden zusammen ein fünfgliederiges Spiralband, welches sich zweimal um den Stengel herumwickelt. Beispiele liefern: Ribes rubrum, Chenopodium album, Beta vulgaris, Achillea Millefolium, Sonchus oleraceus, Lapsana communis, Solanum tuberosum und nigrum u. s. w.

Die achtzeiligen zerstreuten Blattstellungen, deren Divergenzwinkel $^3/_8$ vom Stengelumfang, also 135° beträgt, sind aus drei Blattgürteln zusammengesetzt, zwei dreigliederigen und einem zweigliederigen. Sie bilden ein achtgliederiges Spiralband, welches dreimal um den Stengel herumreicht. Beispiele sind: Antirrhinum majus, Genista tinctoria, Linum usitatissimum und perenne, Agrimonia Eupatoria, Erysimum cheiranthoides, Brassica oleracea, Plantago media, Oenothera biennis u. s. w.

Dreizehngliederige Bänder mit fünf Spiralumwindungen findet man bei Artemisia Absinthium, Convolvulus tricolor, Dictamnus albus, Sedum acre, Cheiranthus incanus; desgleichen an den Rosetten der niedrigen Stengel (Stauchstengel) von Saxifraga umbrosa, Bellis perennis, Chrysanthemum Leucanthemum, Leontodon Taraxacum und Geranium molle.

Bänder mit einundzwanzig Gliedern und acht Umwindungen haben Euphorbia Paralias und Characias, Isatis tinctoria, Sempervivum montanum, Chamaerops humilis.

Bänder mit vierunddreissig Gliedern und dreizehn Umwindungen werden bei Euphorbia caespitosa und aleppica, Cactus maximus und rubescens, Sempervivum arboreum und Yucca aloefolia angetroffen.

Fünfundfunfzig Glieder und einundzwanzig Umwindungen zeigen Zamia horrida, Cactus coronarius und depressus.

Vergl. *A. Braun*. Ordnung der Schuppen an den Tannenzapfen u. s. w. in d. „N. Act. Ac. L. C. N. C." 1830.

§. 693.

Gehen wir von diesen complicirten Stellungen wieder zurück zu den einfachsten, welche sich namentlich bei den Dicotyledonen zeigen, so finden wir z. B. bei Tilia vulgaris, Carpinus Betulus, bei vielen Leguminosen (Lathyrus, Orobus, Vicia, Pisum, Lotus) u. s. w. eine Blattstellung, welche mit der von Iris, Gladiolus, den Gramineen bei oberflächlicher Betrachtung Aehnlichkeit hat, denn die Blätter stehen abwechselnd zweizeilig am Stengel. Aber das Verhältniss ist doch ein ganz anderes, indem die zweizeilige abwechselnde Stellung bei diesen Dicotyledonen durch Auseinandergehen und Auflösen zweigliederiger gleichartig gestellter (nicht gekreuzter) Ringgürtel (Quirl) in zweigliederige Spiralgürtel mit einer halben Umdrehung entstanden ist, während wir es bei den genannten Monocotyledonen mit eingliederigen Ringgürteln zu thun haben, bei denen die $^1/_2$ Stellung durch eine halbe Kreisdrehung der folgenden einzähligen Glieder sich bildet. Solche ein-

gliederige Ringgürtel bieten auch die Umbelliferen dar, deren auf einander folgende Glieder eine $^2/_5$ Kreisdrehung machen (Chaerophylli spp., Aethusa Cynapium, Anethum, Heraclei spp.). Die Blätter machen hier mit einander denselben Divergenzwinkel wie bei der Runkelrübe, dem Kartoffelkraut u. s. w., aber die Entstehungsweise ist eine andere. Alle geschlossenen Scheiden, welche nur ein Blatt tragen, gehören einem eingliederigen Ringgürtel an. Auch $^1/_3$ Kreisdrehung kommt bei den Umbelliferen vor. Bei Berberis repens beträgt die Drehung $^2/_5$ und $^3/_8$, bei Hedera Helix und Aristolochia Sipho $^1/_2$. Letztere beiden gleichen also ganz in der Blattstellung den Irideen und Gräsern. Welche weitere Drehungsverhältnisse bei eingliederigen Ringgürteln vorkommen, müssen erst weitere Untersuchungen lehren. Bisher ist noch wenig auf diesen Punkt geachtet worden[41]).

Drittes Capitel.

Von dem Stengel. (Caulis.)

§. 694.

Stengel und Blatt bedingen sich gegenseitig. Wir haben daher auch bei der Betrachtung der Blätter (besonders §. 673. und 688.) uns immer auf den Stengel mit beziehen müssen. Das Stengelglied ist die Unterlage des Blattes. Beide sind nicht scharf von einander geschieden, selbst da nicht, wo Gelenkbildung eintritt und in Folge derselben das Blatt zuletzt abfällt. Wo das Blatt am Stengel aufsitzt, da ist an derselben Stelle eine mehr oder weniger bedeutende Hervorragung, welche dem Stengel angehört und zurückbleibt, wenn das Blatt abfällt. Diese Hervorragung heisst das Blattkissen (pulvinus, Taf. 29. Fig. 6. a.). Sie setzt sich nach unten mehr oder weniger deutlich bemerkbar fort und bildet so am äussern Stengel die Blattspur (phyllichnium).

§. 695.

Von der Blattspur.

Taf. 29. Fig. 6. 3. 4. 1. 8. 9. — Taf. 28. Fig. 6.

Da die Blattspur die unmittelbare Fortsetzung des Blattes nach unten ist, so verhält sie sich zu demselben ungefähr wie der Blatt-

stiel zur Spreite. Sie entwickelt übrigens selbst, wie der Stiel, einen Kiel und eine Spreite. Sie ist nicht so vergänglich wie das Blatt, aber vergänglicher als der Stamm. Darum fällt sie bei perennirenden Stämmen auch meist ab, wie das Blatt, nur später. Bisweilen vertritt sie das Blatt; so vorzugsweise bei den Cacteen.

Sie übt auf die äussere Stengelform einen bedeutenden Einfluss aus, denn sie ist es allein, welche denselben äusserlich deckt. Wir wollen ihre Formen etwas näher betrachten.

Bei den Gräsern und Doldenträgern, wie überhaupt bei vollständig umfassenden Blättern, welche eine Scheide zur Basis haben, zieht sich die Blattspur gleichförmig herab; ihre Streifen, Erhabenheiten und Vertiefungen stehen in unmittelbarer Verbindung mit denen des Blattes, dessen Fortsetzung sie sind. Diese Streifen endigen übrigens keineswegs bei dem nächstuntern Gliede, sondern setzen sich auch in diesem noch unmittelbar fort, verbinden sich aber mit denen des untern Gliedes und rufen in demselben eine Verstärkung hervor. Die Streifen der Gefässbündel, welche von dem Rücken des Blattes ausgehen, sind, wenn sie sich nicht zerspalten, immer kräftiger, als die von der entgegengesetzten Seite. Daher bilden sie mitunter stärkere Hervorragungen, deren Anzahl sich nach den Blattzeilen richtet. Bei $^2/_5$ Stellung sind daher fünf vorstehende Ecken da (Chaerophyllum silvestre), bei $^1/_3$ Stellung drei (Carex vulpina), bei $^1/_2$ Stellung ist der Stengel zusammengedrückt (Gladiolus). Wo die Gefässbündel sich nach unten gleichförmig vertheilen, da wird der Stengel drehrund (Gräser, Anethum, Hedera, Berberis repens). In ähnlicher Weise werden auch in andern Fällen die eckigen und runden Formen des Stengels zum Theil gebildet. Wo die Blätter an der Basis nicht umfassend sind, da ist es auch die Blattspur nicht, sondern es bilden mehrere Blattspuren die äussere Form. Es kommen dabei unter andern folgende Erscheinungen mit vor:

1) Die Blattspuren verwachsen innig und fliessen in einander, so dass sie gar nicht bemerkt werden können. Beispiele: Euphorbia Peplus, Sedum Telephium, Linum perenne und usitatissimum, Convolvulus tricolor, Tilia, Dahlia, Dianthus.
2) Die Blattspuren zeigen anfangs schwache Ränder, die unterwärts bald verschwinden. Beispiele: Rosa canina, gallica, spinosissima, Prunus, Pyrus, Delphinium Ajacis.
3) Die Blattspuren zeigen deutliche Ränder und einen stumpfen oder scharfen Kiel. Beispiele: Ribes Grossularia, Sonchus

oleraceus, Achillea nobilis und Millefolium, Lapsana communis, Berberis vulgaris, Mercurialis annua, Galium verum.

4) Die Blattspuren bilden keinen Kiel, sondern nur mehr oder weniger hervorstehende Ränder. Beispiele: Buxus (Taf. 27. Fig. 6.), Syringa, verschiedene Labiaten (Taf. 30. Fig. 9.).
5) Die Blattspuren bilden Furchen. Beispiele: Beta, Chenopodium (Taf. 31. Fig. 5.) mehrere Labiaten.
6) Die Blattspuren bilden hervorstehende Leisten. Beispiele: Picea vulgaris (Taf. 31. Fig. 4. a.), Juniperus, Thuja.
7) Die Blattspuren bilden bedeutende flügelartige Kielränder Beispiel: Acacia alata.
8) Die Blattspuren bilden verschwindende oder wenigstens kleiner werdende Spreitenränder. Beispiele: Fritillaria imperialis, Verbascum Thapsus.
9) Die Blattspuren bilden flügelartige Spreitenränder. Beispiele: Anagallis coerulea, Lathyrus (Taf. 31. Fig. 10.), Carduus crispus.
10) Die Blattspuren bilden schwache flügelartige Kiel- und Spreitenränder. Beispiele: Hypericum tetrapterum, Stellaria graminea. Die Ränder der Blattspuren stossen hier zusammen und bilden je Einen Flügel oder je Eine scharfe Ecke. Bei Hypericum perforatum sind nur die Kielränder der Blattspur entwickelt, während die Spreitenränder zusammenfliessen, daher ist auch hier der Stengel nur zweischneidig.

§. 696.

Wir finden ferner, dass die Blattspuren sich gegenseitig in ähnlicher Weise decken, wie die Blätter in der Knospe. So decken bei Buxus sempervirens die zwei äussern Blattspuren zwei innere; dasselbe ist der Fall bei Syringa; bei Grossularia decken drei äussere zwei innere; bei Fritillaria imperialis drei äussere drei innere. Bei der gekreuzten Stellung greifen jedesmal beide Ränder über die eingeschlossenen Blattspuren; die beiden Ränder selbst aber greifen niemals über einander, sondern wenn sie zusammenstossen, verschmelzen sie gleichmässig mit einander und bilden da, wo sie sich stärker entwickeln, eine gemeinschaftliche Hervorragung (Hypericum tetrapterum, Stellariae spp.). Bei $^2/_5$ Stellung ist es anders; es kommen hier verschiedene Fälle vor.

a) Es greift bei deutlich entwickelter Blattspur bei dem einen Aste der rechte Rand über den linken des folgenden Gliedes und zwischen dem linken Rande des ersten und dem rechten Rande des folgenden ist eine Lücke, welche durch den Kiel-

theil des dritten folgenden Blattes ausgefüllt wird. Bei dem folgenden Aste ist jedoch die Deckung links. Sie wechselt also in der Aufeinanderfolge ab. Immer aber sind hier drei Blattspuren zur Bedeckung des Stengels nöthig. Beispiel: Grossularia.

b) Die erste Blattspur deckt mit dem linken Rande den rechten Rand der dritten, die Lücke zwischen der ersten und zweiten wird durch die rechte Hälfte der vierten, die Lücke zwischen der zweiten und dritten durch die rechte Hälfte der fünften Blattspur gedeckt. Hier decken demnach erst fünf Blattspuren den Stengel. Beispiel: Lapsana communis.

§. 697.

Diese Beispiele mögen zunächst genügen, obschon es noch andere verschiedene Fälle gibt. Sie zeigen, dass die Blattspuren bei ganz gleicher Stellung der Blätter nicht immer in gleicher Anzahl den Stengel decken. Das kommt auch bei der gekreuzten Stellung gegenüberstehender Blätter vor. So bilden bei der Georgine und den Caryophylleen nur zwei Blattspuren die Stengelhülle, bei Buxus und Syringa aber vier. Der Grund liegt darin, dass durch die Entwickelung der folgenden Glieder, welche auf den vorhergehenden wurzeln, auch die ältern mit verdickt werden. Das Dickenwachsthum durch das folgende Glied liegt aber unter der Oberfläche des vorhergehenden. Jedes ältere deckt den untern (ältern) Theil des jüngern, denn das jüngere ist aus dem ältern geboren; wenn nun die Aussenseite des ältern Gliedes im Wachsthum mit dem eingeschlossenen Theile des jüngern Gliedes nicht gleichen Schritt halten kann und zurückbleibt, so werden die deckenden Blattspuren des ältern Gliedes auseinander gedrängt und die darunter liegende Blattspur des jüngern kommt zum Vorschein. Das kann man deutlich an jungen Sprossen des Buchsbaums, an der Syringa und andern Pflanzen verfolgen. Das einseitige Aufplatzen der verwachsenen Blattspuren bei Galium verum, durch die Anschwellung der Gelenke, wodurch eine Lücke in dem Blätterkranze der ältern Stengelglieder entsteht, gehört auch hierher. Ebenso das sich-Oeffnen der anfangs geschlossenen Scheiden bei den Monocotyledonen und Dicotyledonen in der obern Stengelregion, welches auch gewöhnlich eine Oeffnung oder theilweise Aufspaltung der Blattspur nach sich zieht. So kommt es, dass bei vielen Pflanzen, welche unten ganz umfassende Blätter haben, die obern Blätter nur noch $^1/_2$, $^1/_4$ des Stengels, und noch weniger, umfassen. Beispiele hierzu liefern reichlich die Doldenpflanzen, Schwertlilien,

Maiblumen, Tulpen. Bei Convallaria Polygonatum sind die Mutterblätter, aus deren Winkeln die Blumen entspringen, nur ½ umfassend, das oberste aber und unterste ganz umfassend. Dazwischen liegen die Uebergänge.

§. 698.

Wir haben nun noch zu untersuchen, wie weit man äusserlich die Blattspur nach unten verfolgen kann. Wenn die Blattspuren seitlich weit genug geöffnet sind, so lassen sie sich sämmtlich bis in die Achsel des Blattes verfolgen, welches in derselben Senkrechten liegt. Nennen wir nun die Höhendifferenz zwischen den einzelnen zerstreuten Blättern, so wie zwischen je zwei Blattgürteln eine Blattstufe, so ergibt sich, dass bei der zweizeiligen Blattstellung gegenüberstehender Blätter die Blattspur nur bis zur nächsten Stufe, bei zweizeiliger alternirender Blattstellung mit geschlossener Scheide eben so weit, mit geöffneter Scheide und Blattspur aber bis zur zweiten Stufe sichtbar sein kann. Der erste Fall zeigt sich bei Potamogeton densus, der zweite beim Epheu, dem untern Stengel der Gräser und Schwertlilien, der dritte bei Tilia. Nur verwischen sich hier die untern Stufen und fliessen in einander. Bei Buxus, Thuja, Syringa reichen die Blattspuren ebenfalls zwei Stufen weit hinab und zwar so, dass sie in der obern als bedeckend, in der untern seitlich theilweise bedeckt erscheinen. Wo aber bei decussirter Blattstellung, wie z. B. bei der Georgine die Blattspuren seitlich verwachsen sind, da reichen sie nur eine Stufe weit hinab, weil sie in der zweiten Stufe ganz bedeckt werden. Aehnlich verhält es sich bei quirlförmig gestellten Blättern.

Bei $^{2}/_{5}$ Stellung reichen die Blattspuren drei oder fünf Stufen hinab. Der erste Fall zeigt sich bei Ribes, der zweite bei Lapsana und Beta. Durch die seitlichen Bedeckungen werden sie aber abwärts immer schmäler.

Die Zahl der äusserlich vorhandenen Blattspuren bestimmt die äussere Gliederung des Stengels, sowol im Umfang, als in der Höhe.

§. 699.

Bei der weitern Betrachtung der Stengelglieder, so wie der durch ihre verschiedenartige Entwickelung und Verbindung hervorgerufenen Stengelformen haben wir zu achten:

a) Auf die Dauer der verbundenen Glieder.

b) In welcher Richtung sie vorherrschend entwickelt sind.

c) Ob sie sich unter oder über der Erde oder im Wasser entwickeln.

d) Ob dieselben gleichartig oder ungleichartig sind.

§. 700.

Hinsichtlich der Dauer herrschen grosse Verschiedenheiten. Die vergänglichsten Stengelglieder finden wir bei den Lemnaceen. Hier sind selten über vier Stengelglieder mit einander verkettet. Die sterilen Individuen sind endlos ausdauernd, aber die Glieder sind so vergänglich, dass sie schon absterben, wenn das dritte oder vierte folgende entwickelt ist. Es übt also hier das neue Glied keinen erhaltenden oder rückwirkenden Einfluss auf das vorige aus, sondern es zehrt nur von ihm; darum entwickelt aber auch jedes Glied seine Wurzel, wodurch es seine selbständige, gleichsam individuelle Bedeutung bekommt.

Von der Lemna bis zu den tausendjährigen Stämmen unserer Linden, so wie der Bertholetien der südamerikanischen Urwälder, dem über 2000 Jahre alten Lebensbaum in Derbyshire und den 500jährigen Stämmen der riesenhaften Baobabbäume [12]) am Senegal, finden sich zahllose Zwischenstufen!

Bei der Bildung aller mehrgliederigen Grundstöcke steht so viel fest, dass alle zu derselben Vegetationsperiode gehörigen Glieder auch in lebendiger und wechselseitiger Verbindung stehen, dass die Verbindung selbst noch zwischen verschiedenen, aber mit einander verwachsenen Vegetationsperioden (= Generationsgliedern) eine gewisse Zeit fortbesteht, dass diese Verbindung um so inniger und wirksamer ist, je näher die frühern Generationsglieder den jüngern stehen, und dass nur diejenigen absterben, bei denen die lebendige organische Verbindung mit den jüngern Gliedern aufgehört hat. Es ist ferner eben so gewiss, dass jedes äusserste jüngste Glied zugleich seine selbständige Verknüpfung mit dem Nahrungsherde hat. Diese Verbindung wird durch Neubildungen hervorgerufen, welche sich stets von der jüngsten Stengelspitze bis zur jüngsten Wurzelspitze in ununterbrochenem Zusammenhange befinden und den Weg bezeichnen, den die Thätigkeit von der Wurzel bis zur Spitze nimmt. So viel sich nun Glieder äusserlich am Stengel oder Stamm hervorthun, so viel sind daher auch zunächst noch im Innern desselben vorhanden. Aber sie sind nur selten im Innern so deutlich geschieden als an der Aussenseite; und wie wir schon an den Blattspuren die Verschmelzungen kennen gelernt haben, so finden wir dieselben Verschmelzungen im Innern des Stengels noch häufiger wieder. Ja, es kommt bei den Monocotyledonenstämmen eine so allgemeine Auflösung der grössern Bündel in kleinere und ein solche Verschlingung der letztern in ein gemeinsames Stammgai vor, dass es unmöglich wird, die Fäden immer bis an das E

zu verfolgen, weil sie sich oft in einem unzugänglichen Labyrinth verlieren oder auch mit einander verschmelzen. In solchen Fällen sind wohl die niedersteigenden Fäden vorhanden, welche zu den Aussengliedern führen, aber die Glieder selbst sind als gesonderte Theile im Stamme verschwunden, weil sie hier zu einem gemeinsamen Ganzen verflochten sind (§. 817.). So weit nun die junge Bildung von ihrer Aussenspitze nach unten reicht, so weit nimmt sie auch Theil an der Vergrösserung des Umfangs des Stammes; denn die Neubildungen legen sich auf oder zwischen die alten und so wachsen zum Theil die untern ältern Theile mit der Vermehrung der jüngern obern zugleich mit in die Dicke. Das Wachsthum in die Dicke ist jedoch grossen Schwankungen unterworfen, wie wir weiter unten bei der Betrachtung der verschiedenen Stengel- und Stammformen sehen werden.

Unter Stengel (caulis) im engern Sinne versteht man gewöhnlich den Grundstock, der nur Eine Vegetationsperiode dauert; Stamm (truncus) aber nennt man gewöhnlich einen Grundstock, der mehreren Vegetationsperioden angehört [13]). Die Dauer hängt lediglich von der Natur des Zellgewebes ab, aus welchem der Grundstock gebildet ist; darum ist bei Pflanzen, die einen bald vorübergehenden Stengel haben, derselbe vorherrschend aus weichern, die aber einen mehrjährigen Stamm haben, aus härtern, verholzten Zellen gebildet (§. 825—830.).

§. 701.

Die Richtung, in welcher sich die Stengelglieder entwickeln und mit einander verbinden, übt einen sehr wesentlichen Einfluss auf die Gestaltung des Grundstocks aus. Es ist indessen keine einzige Richtung allein vertreten, sondern es sind bei allen Grundstöcken auch alle Richtungen vorhanden, nur sind dabei einzelne Richtungen vor den andern mehr oder weniger vorherrschend. Wir unterscheiden dabei:

1) eine vorwaltende Richtung in die Länge,
2) eine vorwaltende Richtung in die Breite,
3) eine vorwaltende Richtung in die Dicke.

§. 702.

Lange Stengel mit überall gleich geringer Dicke und Breite sind fadenförmig. Wir finden sie z. B. bei Cuscuta, Callitriche, Polygonum aviculare, Convolvulus arvensis. Etwas stärker und kräftiger nach unten und darum steifer sind sie bei Hippuris vulgaris, Anethum graveolens, Achillea Millefolium, Galium Mollugo u. s. w.

Noch stärker und steifer, am Ende der Vegetationsperiode schon holzartig werdend, zeigen sie sich bei der Georgine, dem Stechapfel, der Runkelrübe; saftig und weich bei Tropaeolum majus.

Lange holzige Stämme mit gleicher geringer Breite und Dicke finden wir bei den Schlingpflanzen aus den Gattungen Clematis, Aristolochia, ferner bei den rohrartigen Palmen der Tropengegenden.

Sehr unregelmässig, oder ungleich in Breite und Dicke, entwickeln sich die Stämme vieler tropischer Schlingpflanzen (Llanos), unter andern Bauhinia scandens. Wir werden später (§. 829.) noch einmal darauf zurückkommen.

Stengel und Stämme, welche vorwaltend bloss in die Länge und Breite wachsen, werden blattartig. Hierher gehört die Gattung Phyllanthus, wo die Flächenform durch die besondere und eigenthümliche Verbindung mehrerer zweizeiliger Blattspuren, die sich äusserlich und innerlich durch die Vertheilung der Gefässbündel kund gibt, hervorgerufen wird; ferner die Lathyrus-Arten, Acacia alata, wo die Blattform durch die starke Entwickelung der einfachen Blattspur entsteht.

§. 703.

Dabei ist noch zu erwähnen, dass der Stengel von Cuscuta und Callitriche bei seinem fortschreitenden Längenwachsthum in den ältern Theilen sich gar nicht weiter verdickt, daher auch sich hier nicht mit jungen Theilen verstärkt und zugleich theilweise mit verjüngt, sondern frühzeitig von unten her eben so beständig abstirbt und verkürzt, als er sich oben verlängert. Es ist hier also ein ähnliches Verhältniss als bei Lemna (§. 700.). Das alles ist beim Stengel der Georgine, der Runkelrübe und vielen andern nicht der Fall; sie behalten ihre ältern Glieder so lange, als sie noch junge erzeugen, und verjüngen und verdicken dabei ihre ältern Glieder beständig mit.

Dasselbe ist auch bei den holzigen Stämmen der Fall, nur dauert hier die Verdickung noch mehrere Vegetationsperioden hindurch, während sie bei den Stengeln nur auf eine einzige beschränkt ist.

§. 704.

Grundstöcke, welche ihre Glieder fast gar nicht oder nur sehr wenig in die Länge entwickeln, nennt man gestauchte Stengel oder Stämme, Stauchlinge, zum Unterschiede von den vorerwähnten, welche „in die Höhe schiessen“ und deshalb Schösslinge heissen.

Die Stauchlinge zeigen mehrere Eigenthümlichkeiten. Sie kom-

men namentlich bei den Monocotyledonen vor und hier zeigt sich bei der Keimung, dass die auf einander folgenden Glieder sich mehr horizontal ausdehnen und in grösserer oder geringerer Zahl neben einander legen, wobei der Stock nach oben allmälig stärker wird. Es gehören hierher die Zwiebeln und denselben verwandte Gebilde, so wie auch die Stämme von Yucca und Dracaena Draco.

§. 705.

Zwiebeln sind Stauchlinge mit einer geringen Zahl von Stengelgliedern, welche dicke fleischige Schuppen- oder Scheidenblätter tragen. Sie sind sämmtlich perennirend, aber die Glieder der vorhergehenden Vegetationsperiode sterben in demselben Grade ab, als sich die folgenden entwickeln, doch bleiben die Glieder derselben Periode mit einander in lebendiger Verbindung. Es gibt Zwiebeln, die nur aus zwei Gliedern bestehen (z. B. Gagea lutea, G. pratensis), wenn wir den Blumenstengel in Abrechnung bringen. Das sind noch einfachere Verhältnisse, wie bei Lemna, wo die Pflanze wenigstens eine ziemliche Reihe von Stengelgliedern in einer Vegetationsperiode entwickelt. Bedenkt man ferner, dass bei dem Gageastengel heterogene Glieder verbunden sind, indem das erste ein scheidenartiges Nährblatt, das zweite ein Laubblatt trägt, so haben wir hier die Verbindung eines eingliederigen Schuppenstengels mit einem eingliederigen Laubstengel (§. 671.). Gagea pratensis zeigt dabei die Eigenthümlichkeit, dass die Glieder der folgenden Vegetationsperiode in absteigender Richtung aus den vorhergehenden sich entwickeln und daher unter das Niveau derselben zu stehen kommen. (Vergl. *Irmisch,* „Zwiebelgewächse", p. 37.) — Die Zwiebeln der Lilien, Tulpen und Laucharten besitzen eine grössere Anzahl von Gliedern.

§. 706.

Wo der Stauchling aus einer grössern Anzahl von Stengelgliedern gebildet wird, da sind die jüngern von den ältern umgeben. Das Wachsthum ist also centripetal. Dabei können die jüngern Glieder mehr oder weniger unter dem Niveau der zunächst vorhergehenden stehen, so dass der Stauchling an seiner Spitze eine kleinere oder grössere Vertiefung zeigt (Yucca Draconis, Gladiolus), oder sie stehen in ziemlich gleichem Niveau mit denselben (Aletris fragrans, Dracaena Draco), oder sie erheben sich und die letzten Glieder bilden eine rundlich convexe (Typha latifolia) oder kegelförmige Spitze (Musa Sapientum).

Der Grundstock bei allen diesen Pflanzen perennirt, aber seine Glieder haben eine verschiedene Dauer. So überdauern die Glieder bei Musa nicht die Blätter, darum bleibt er nur kurz und wird von den riesenhaften Blättern bedeutend überwogen, deren lange Scheiden sich gegenseitig (die ältern die jüngern) umschliessen und einen langgestreckten Scheidenstamm bilden, der den wahren, sehr niedrigen Stamm versteckt. Bei Dracaena überdauern dagegen die Stengelglieder die Blätter bei weitem, und daher kommt es, dass sich hier mit den Jahren ein aufrechter Stamm entwickelt, dessen Glieder ein hohes Alter erreichen.

§. 707.

Wir haben nun die Formen zu betrachten, welche entstehen, wenn der Grundstock sich ziemlich stark nach allen Dimensionen entwickelt. Dadurch entsteht der Knollenstock, der zwar ebenfalls perennirt, dessen Glieder aber auch einjährig (Kartoffel), oder ausdauernd (Tamus) sein können. Das Merkwürdigste ist, dass der Knollenstock in einigen Fällen eben so nach unten, als nach oben und zur Seite wächst, und entweder gar keine oder nur sehr unentwickelte Blätter und hinfällige Blätter hat. Diejenigen Formen, welche zugleich nach unten wachsen, nähern sich sehr den Wurzeln und es gibt Mittelformen, bei denen man zweifelhaft ist, ob man sie zum Stengel oder zur Wurzel rechnen soll, z. B. die handförmigen Knollen der Orchideen. Auch bei Tamus communis wächst der Stamm nicht nur abwärts, sondern verästelt sich auch wie eine Wurzel.

In allen entschiedenen Knollen herrscht ein sehr reges und thätiges Zellenleben und bei manchen Knollen sind fast alle der Oberfläche benachbarten Theile fähig ein ziemlich selbständiges Leben zu führen. Daher ist auch bei ihnen das Hervorbrechen von Adventivknospen (§. 726.) eine sehr gewöhnliche, ja bei Tamus und Cyclamen eine normale Erscheinung. Damit hängt ferner zusammen, dass ein Glied, welches in mehrere Stücke getheilt ist, eben so viel selbständige Individuen gibt, wie die Erfahrung bei den Kartoffeln und bei Cyclamen lehrt. Beim Knollenstock von Tamus ist schon durch *H. v. Mohl* („Vermischte Schriften", p. 186.) nachgewiesen, dass er ein einziges (blattloses?) Stengelglied darstellt, welches perennirt und sich vergrössert, wie die perennirenden Stengelglieder der Bäume. Die Kartoffelknolle ist jedoch mehrgliederig und besitzt in ihrer Jugend kleine, bald verschwindende Schuppenblätter (Taf. 29. Fig. 1. b. c.). Die Glieder dieser Knolle entstehen fast gleichzeitig und mehren sich nicht durch das fernere

Wachsthum der Knolle, sondern sie vergrössern sich nur und verschmelzen dabei vollständig zu einem Stengelganzen. Daher ist auch die entwickelte Kartoffelknolle blattlos und scheinbar gliederlos.

Die Kartoffelknolle (Taf. 29. Fig. 1. c.) ist übrigens kein eigenthümlicher Stengel, sondern nur ein eigenthümlicher Theil eines unterirdischen Schuppenstengels, der sich verschiedenartig entwickelt. Dieser Schuppenstengel (den man gewöhnlich für eine Wurzel hält) besteht aus verlängerten Stengelgliedern, und entwickelt aus den Winkeln seiner Schuppenblätter Zweige, deren erste Glieder sich ebenfalls verlängern, deren spätere aber sich knollig verdicken. Die Kartoffeln sind daher die verdickten Endglieder der Aeste eines unterirdischen Schuppenstengels. (Vergl. die schon citirte Figur.)

Etwas Anderes ist es bei Ranunculus bulbosus, wo sich die untersten Glieder des Laubstengels verdicken (Taf. 29. Fig. 10.).

Beim Kohlrabi verwandeln sich eine Anzahl der letzten Glieder über der Basis des Laubstengels in eine Knolle. Diese besteht daher aus den verdickten Endgliedern des Laubstengels.

Bei Sedum amplexicaule bildet sich ebenfalls eine Knolle an den Spitzen der Seitenzweige, welche von den Scheiden der Blätter eingehüllt wird (*Treviranus*).

Als reine vielgliederige Knollenstöcke kann man auch die Stengel von Melocactus, Mamillaria und Echinocactus ansehen. Die obern Glieder vermehren sich unaufhörlich, während die untern absterben. Die Stengelspitze ist dabei trichterförmig vertieft [44]).

§. 708.

Wir haben nun noch die Richtungen besonders zu betrachten, in welchen sich die verschiedenen Stämme, Stengelarten und Stengelformen entwickeln. Pflanzen wachsen entweder schwimmend auf dem Wasser oder in der Erde befestigt. Bei schwimmenden Pflanzen entwickeln sich die Stengel gewöhnlich in horizontaler Richtung (Lemna). Pflanzen, welche in der Erde wurzeln, entwickeln ihre Stengel entweder ebenfalls unter der Erde, oder über derselben. Hiernach unterscheidet man unterirdische Stengel (Tulpenzwiebel, der Schuppenstengel der Maiblume) und oberirdische. Die letztern können aber wieder im Wasser oder in der Luft stehen oder auch in beiden Medien sich zugleich befinden (Hippuris, Alisma). So gibt es horizontale Stengel unter (Triticum repens) und über der Erde (Lysimachia Nummularia). Gladiolus hat einen knolligen Stauchling in der Erdeund einen Schoss über der Erde. Bei de stehen vertical.

Fast alle Stengel und Stämme, welche eine hinreichend stark entwickelte Basis haben, wachsen aufrecht. Andere liegen indessen mit der Basis auf der Erde und richten sich mit der Spitze in die Höhe. Bei den Gräsern (Alopecurus geniculatus) geschieht dieses Emporrichten durch die Biegung eines Gelenkknotens, an welchem die auf einander folgenden einzähligen Stengelglieder verbunden sind. Andere Stengel biegen sich an ihren Gelenken abwechselnd hin und her (Polygonatum). Mehrgliederige Stengel biegen sich an unbestimmten Stellen. Durch Drehungen der Stengel um ihre Axe wird jedesmal der Stand der Blätter mehr oder weniger verrückt, so dass aus der vierzeiligen Stellung scheinbar eine zweizeilige, aus einer zweizeiligen eine einzeilige oder auch vierzeilige u. s. w. werden kann. Lange Stengel, welche an andern Gegenständen in die Höhe klettern, bewerkstelligen dies auf verschiedene Weise. Entweder sie winden sich selbst um andere Körper, wobei sie sich mehr oder weniger um ihre eigene Axe drehen (Convolvulus arvensis, Aristolochia Sipho, Phaseolus), oder sie klettern mittelst Ranken (Pisum, Vicia. Taf. 26. Fig. 3. d.) oder Gabeln (capreoli). Letztere sind fadenförmig verlängerte und verästelte Seitenorgane, wie die Ranken, sie vertreten aber nicht die Stelle der Blätter, sondern der Zweige, und sind deshalb oft selbst mit wenigen kleinen unansehnlichen Blättern versehen. Man findet sie beim Weinstock, mehreren Sapindaceen und anderen. Endlich haften sich auch manche Stämme mittelst Saugwurzeln fest (Hedera Helix, Cuscuta. Taf. 29. Fig. 5. b.).

Viertes Capitel.

Von der Wurzel. (Radix.)

§. 709.

Wir unterscheiden Primitivwurzeln und secundäre Wurzeln. Die Primitivwurzeln werden auch Haupt-, die secundären Adventivwurzeln genannt.

Primitivwurzeln sind solche, welche schon im Keim der Anlage nach vorhanden sind und sich beim Keimen durch Verlängerung und Verdickung weiter entwickeln. Sie sind die Verlängerung des ersten Stengelgliedes nach unten. Die meisten Monocotyledonen entwickeln keine Primitivwurzel, obschon sie in der

Anlage im Keim angedeutet ist. Unter den Dicotyledonen besitzen Utricularia, Pinguicula und Ceratophyllum keine Keimwurzel.

Pflanzen, denen die Primitivwurzel fehlt, entwickeln gewöhnlich Adventivwurzeln. Es gibt indessen Wasserpflanzen, welche gar keine Wurzel besitzen, z. B. Ceratophyllum.

§. 710.

Die Basis der Wurzel ist oben, wo sie mit dem Stengel verbunden ist. Stengel und Wurzel fliessen an ihrer Verbindungsstelle in einander. Man kann daher nicht bemerken, wo das eine Organ anfängt und das andere aufhört (Taf. 27. Fig. 1.; Taf. 25. Fig. 5. 7. 8. 9. 10.). Die Wurzelspitze ist unten. Sie ist einer der jüngsten Theile und zugleich derjenige, welcher von der Stengelspitze am weitesten entfernt ist. Die Wurzel ist auch ein Axenorgan, wie der Stengel. Sie entwickelt sich auch in ähnlicher Weise, wie der Stengel, nur abwärts. Aber sie lässt äusserlich keine solche Gliederung wie der Stengel erkennen und besitzt namentlich keine Blattorgane. Man kann daher nicht füglich annehmen, dass die Wurzelhülle aus Blattspuren bestehe, wie die Stengelhülle. Nur so viel ist gewiss, dass beide Hüllen die oberste Zellschicht der Rinde bilden, und darin sind sie gleich. Dass bei manchen Cruciferen die Primitivwurzel mit zwei abwärts gerichteten Schuppenblättern an der Basis versehen ist, habe ich schon oben (§. 675.) erwähnt (Taf. 26. Fig 1.). Man kann indessen diese Theile auch als blosse basilare und abwärts gerichtete Anhängsel der Blattspur ansehen, wie sie z. B. auch bei den Kelchblättern von Viola vorkommen.

Die meisten Erscheinungen deuten darauf hin, dass die Wurzel ein einziges verticales Glied darstellt, in welchem sich abwärts alle Stengelglieder vereinigen. Indessen kommen doch mitunter gliederartige Verdickungen vor, welche vertical an einander gereihet sind, z. B. bei Pelargonium triste, Cephaëlis Ipecacuanha, Sedum Telephium (Taf. 28. Fig. 3.).

§. 711.

Die Wurzeln bleiben entweder einfach, oder sie spalten sich in mehrere Aeste. Die meisten senden kleine dünne Nebenwurzeln seitwärts aus, die sich ebenfalls wieder verzweigen. Die Enden aller dieser Theile sind in der Regel zugespitzt. Wo der Wurzel kein Hinderniss entgegensteht, senkt sie sich normal in ihren Untergrund. Hindernisse aber ändern diese Richtung mehr oder weniger ab. Dabei senkt sich die Wurzel entweder in die Erde (unter-

irdische Wurzel, r. subterranea), oder in das Wasser (untergetauchte Wurzel, r. demersa), oder in die Luft (oberirdische Wurzel, r. aëricola), oder in andere lebende Pflanzen (schmarotzende Wurzel, r. parasitica). Bei der letztern geht die Richtung nicht normal auf die Erdoberfläche, sondern normal auf den Pflanzentheil, in welchen sie eindringt. Wenn sich daher eine Schmarotzerpflanze unterhalb eines Baumzweiges befindet, so wächst ihre Wurzel aufwärts, gen Himmel, und der Stengel abwärts zur Erde. Beispiele liefert Viscum.

§. 712.

Die Wurzeln sind, wie die Stengelglieder, entweder sehr bald vorübergehend und sterben dann vor Beendigung der Vegetationsperiode ab (Cuscuta), oder sie dauern gerade eine Vegetationsperiode (Lepidium sativum, Pisum sativum, Phaseolus), oder zwei und mehrere. Letztere verholzen und verdicken sich, wie die Holzstämme (Tilia, Prunus, Fagus).

§. 713.

Knollenartig verdickte Wurzeln liefern die Gattungen Brassica, Raphanus, Daucus, Beta. Sehr dünne fadenförmige Wurzeln haben Draba verna, Veronica digitata. Diese, so wie noch eine grosse Anzahl anderer „Sommergewächse“ entwickeln nur eine Primitivwurzel, keine Adventivwurzel.

§. 714.

Die Adventivwurzeln finden sich fast bei allen Pflanzen, die entweder ihre Primitivwurzel nicht entwickeln, wie z. B. die Gräser, Lilien, oder deren Primitivwurzel abstirbt (Taf. 25. Fig. 1. 2. 3. 4. Taf. 28. Fig. 5.). So wie die Primitivwurzel dem Primitivstengel entspricht, so entsprechen die Adventivwurzeln denjenigen Stengelgliedern, welche sich nach denen des Keimstengels entwickeln.

§. 715.

Wo die Stengelglieder sich nicht auf einander, sondern neben einander entwickeln, da sendet jedes folgende Glied (das man auch Adventivglied nennen kann) seine Adventivwurzel hinab (Lemna Taf. 28. Fig. 7., Isoëtes). Wo die Stengelglieder sich auf einander legen, da entspringen die Adventivwurzeln seitwärts aus denselben. Bei mehrgliederigen Stauchlingen der Monocotyledonen, wo die jüngern Glieder concentrisch von den ältern um-

geben sind, erscheinen auch die Adventivwurzeln in concentrischer Stellung. Von diesen aber stehen die ältern im Innern und die jüngsten im äussersten Kreise. Beispiele liefern die Palmen, Gräser und Zwiebeln. Die äussern Kreise liegen jedoch dabei immer zugleich in einem höhern Niveau.

§. 716.

Die Adventivwurzeln wiederholen gewöhnlich die Form der Hauptwurzel. Wir haben auch hier einfache und ästige, bald vorübergehende und ausdauernde, unterirdische, oberirdische, untergetauchte und schmarotzende, fadenförmig-dünne, knollige u. s. w.

Dabei kommt es vor, dass solche Wurzeln, welche anfangs aus einer grössern oder geringern Höhe in der Luft herabhängen, in die Erde eindringen, wenn sie dieselbe erreichen. Das merkwürdigste Beispiel hierzu liefern mehrere Feigenbäume (Ficus indica, F. bengalensis), deren Stämme und Aeste in einer Höhe von 15—20 Fuss über der Erde Wurzeln herabsenden, welche schnurgerade, aber in schiefer Richtung in die Erde gehen, sich verdicken und verholzen, und die Aeste stützen. Auf eine andere Weise steigen manche Wurzeln mit ihrer Basis über die Erde (wie wir das jährlich auch an Hauptwurzeln auf unsern Runkelrübenfeldern sehen können). Auffallende Beispiele bei Adventivwurzeln liefern die Palmen und Pandaneen, deren Stämme durch eine Anzahl von Adventivwurzeln frei über der Erde getragen werden. Der Grund hiervon ist der, dass die Wurzeln nicht in demselben Grade in die Tiefe eindringen, als sie sich verlängern, weshalb die Basis in die Höhe gehoben wird.

§. 717.

Eine besondere Form von Adventivwurzeln besitzen die Lemnaceen. Von der Basis jedes Stengelgliedes steigt hier eine Wurzel senkrecht in das Wasser hinab, welche weder mit Härchen noch mit Zweigen besetzt ist, aber ihre Spitze ist mit einer geschlossenen Scheide umgeben. Diese bedeckt die Wurzelspitze, wie das Mützchen die Spitze der Mooskapsel (Taf. 28. Fig. 7. d.). Der Grund des Wurzelmützchens ist mit der eingeschlossenen Wurzelspitze durch ein Zellengewebe verbunden, welches immer in lebendiger Thätigkeit ist, daher auch an dieser Stelle das eigentliche Wachsthum des Würzelchens vor sich geht. Bei andern Wurzeln schieben sich die jüngern Theile an der Spitze immer aus den ältern hervor und diese lassen sie hinter sich zurück.

§. 718.

Alle Adventivwurzeln entstehen unter der Rindenschicht eines Stengelgliedes und zwar aus der jüngsten Zellgewebsschicht desselben. Ihr Anfang besteht in einer Zellengruppe, welche nach aussen und unten zugleich sich vergrössert und die Rindenschicht durchbricht. Diese umgibt dabei in manchen Fällen (z. B. bei den jungen Graspflänzchen) die Basis des Würzelchens wie eine kurze Scheide (Taf. 25. Fig. 3. a.). In andern Fällen wird aber auch ein Theil der Rindenschicht mit abgerissen und dieser bleibt eine Zeitlang auf der Wurzelspitze mechanisch befestigt. So bei Pandanus nach *De Candolle.* Ob nun das Mützchen bei Lemna auch als ein Theil der Rindenschicht anzusehen ist, welcher mit der Wurzelspitze verwächst und deshalb sich auf eine besondere Art weiter entwickelt, oder ob es ursprünglich zur Wurzel gehört und sich als ein besonderes Glied an derselben gestaltet, darüber ist noch keine Gewissheit vorhanden. Nur so viel geht aus den Mittheilungen von *Schleiden* hervor, dass die Zellenschicht, welche zu Anfang das Mützchen bildet, sich schon vor dem Hervorbrechen des Würzelchens zwischen der äussern Rindenschicht und dem Würzelchen als ein besonderer Theil bemerkbar macht. In seiner Form erinnert das Mützchen übrigens sehr an die Blattscheiden, und wenn wir hierbei uns erinnern, dass auch manche Stengelglieder abwärts wachsen (Tamus communis), so möchten diese Umstände geeignet sein, die bis jetzt allgemein als Adventivwurzeln in Anspruch genommenen Organe der Lemnaceen als entschiedene Wurzeln in Zweifel zu ziehen.

Fünftes Capitel.

Von den Knospen des Grundstocks.

§. 719.

Knospen (gemmae) sind in ihrem Ursprunge neue Vegetationspunkte, die sich an einem Pflanzenorgane bilden, welches selbst noch in der Entwickelung begriffen ist. Sie entstehen immer im jungen saftigen Zellgewebe, welches in voller Thätigkeit sich befindet, und stellen im Anfange kleine Zellengruppen dar, welche von einer grössern Zellenmasse ausgehen. Setzt eine solche Zellen-

gruppe eine Richtung fort, die schon andere vor ihr begonnen haben, so entsteht eine Terminalknospe; schlägt sie eine neue Richtung ein, so entsteht eine Seitenknospe.

Eine Knospe ist daher entweder die Fortsetzung einer Formationsreihe, oder der Anfang einer neuen. Als der Anfang einer neuen Formationsreihe hat indessen die Knospe eine höhere Bedeutung.

Diese Bedeutung ist um so wichtiger, als der Anfang einer neuen Formationsreihe auch den Anfang eines künftigen Individuums mit in sich begreift.

§. 720.

Jede phanerogame Pflanze ist ein System von heterogenen Stengeln oder Stöcken. Die zwei wesentlich verschiedenen Stöcke sind aber der Grundstock und der Blumenstock. Jeder von diesen bringt Knospen hervor. Bei beiden kommen aber Knospen vor, welche in ihrer weitern Entwickelung einen verschiedenen Werth haben, indem die einen nur eine Anzahl Glieder entwickeln, welche das schon angefangene Individuum ergänzen, während die andern eine Gliederreihe beginnen, welche einestheils das angefangene Individuum ergänzt; anderntheils aber auch dasselbe unter gewissen Bedingungen fortsetzen kann. Jene Ergänzungsglieder gehören daher nur zu den Formationsreihen, während diese zugleich mit zu den Generationsreihen gerechnet werden müssen.

Die Formationsreihen ergänzen nur die Pflanzenform, die Generationsreihen aber setzen sie auch fort, sie werden selbst zu Individuen, während jene nur den Werth der Glieder besitzen. Den Werth eines Gliedes hat indessen jede Knospe, so lange sie an das mütterliche Individuum geknüpft ist. Darum hat auch jede Knospe, so lange diese Bedingung obwaltet, die Bedeutung eines Organs [45]).

§. 721.

Die Knospe gliedert sich in ihrer weitern Entwickelung. Dadurch wird sie zu einem zusammengesetzten Organ. Diese Glieder sind immer Stengelglieder, bald mit, bald ohne Blätter. Blattlose Knospen haben die Cacteen.

Die Blätter der Knospe sind in der Entwickelung immer den zu ihnen gehörigen Stengelgliedern voraus. Daher ist der Knospenstengel immer ein Stauchling.

Die Blätter sind in der Knospe immer an einander gedrückt und zusammengelegt. Darum ist jede Knospe geschlossen. Sie

nehmen schon in der Knospe diejenigen Stellungen ein, die sie am entwickelten Stengel zeigen (§. 688.). Man kann aber in der Knospe die Art und Weise, wie sich die Blätter gegenseitig decken, am besten beobachten, weil die Deckung nach der Entfaltung der Blätter und der Vergrösserung der Stengelglieder oft gar nicht mehr vorhanden ist. (Vergl. Taf. 26. Fig. 4—9.)

Wir unterscheiden als Hauptfälle:

a) Die klappenförmige Blattlage (foliatio valvata), wenn die Blätter eines Gürtels mit den Rändern oder Seiten an einander stossen (Philadelphus, Pinus).

b) Die umfassende Blattlage (foliatio amplexa), wenn ein Blatt mit seinen beiden Rändern die Ränder des folgenden Blattes umfasst, oder auch dasselbe ganz einschliesst (Iris).

c) Die halbumfassende Blattlage (foliatio semiamplexa), wenn ein Blatt nur mit einem Rande den Rand eines andern umfasst, an seinem andern Rande aber umfasst wird (Buxus, die Blumenblätter bei Linum, Fuchsia). Es ist hierbei noch darauf zu achten, ob die rechten oder linken Blattränder umfassen.

d) Die $^2/_5$ Blattlage (foliatio quincuncialis), wenn von fünf Blättern zwei äussere drei innere decken (die Blumenknospen der Rosaceen).

§. 722.

Die Blätter und Glieder der Knospen sind entweder gleichartig oder ungleichartig. Jene, mit gleichartigen Blättern, nennen wir gleichgliederige, die mit ungleichartigen Blättern ungleichgliederige Knospen. Bei den letztern bildet die eine Blattart die äussere, die andere die innere Blattlage. Die äussern Blätter sind bei ungleichgliederigen Knospen schuppen- oder scheidenförmig (Tilia, Pinus), oder es ist auch nur eine einfache Hülle vorhanden, welche vollständig geschlossen ist (Gladiolus).

§. 723.

Die ungleichgliederigen Knospen (gemmae heteromericae) halten in der Regel einen Winterschlaf [Tilia, Quercus, Prunus, Pyrus][46]), oder einen Sommerschlaf (Gagea, Convallaria). In dieser Zeit findet ein sehr langsames Fortschreiten in der Entwickelung der Knospen Statt. Ihre Entwickelung zerfällt in der Regel in mehrere Zeitabschnitte. Man kann diese deshalb Schlafknospen nennen.

Die gleichgliederigen Knospen (gemmae homoeomericae) lassen meist keine Zeitabschnitte in ihrer Entwickelung bemerken;

ihre Entwickelung ist gleichmässiger, so dass in jeder Jahreszeit die verschiedenen Stadien der Entfaltung und Oeffnung wahrgenommen werden können. Nicht der Winter, sondern nur die Kälte, verlangsamt ihre fernere Entwickelung, und diese wird mit dem Eintritt wärmerer Tage zu jeder Zeit in gesteigerter Bewegung wieder fortgesetzt. Wir finden sie z. B. bei Juniperus, Dracaena Draco; sie kommen als wahre Terminalknospen vor. Man kann sie, zum Unterschiede von den Schlafknospen, Treibknospen nennen.

§. 724.

So wie die Stengelglieder sich vergrössern und die Blätter sich entfalten, bricht die Knospe auf. Die Schlafknospe geht dann in eine Treibknospe über und verhält sich bei der fernern Entwickelung ganz wie diese. In dem letzten Entwickelungsstadium, wo ein Theil der Blätter einer mehrgliederigen Knospe schon geöffnet ist, heisst dieselbe Spross.

Der Spross erzeugt in der Regel wieder Knospen und zwar entweder in seinen Anfangsgliedern, oder den Mittelgliedern, oder den Endgliedern, oder auch in allen Gliedern. Gehören die knospentragenden Endglieder zur Blume, so heissen ihre Knospen Samenknospen. Die Samenknospen sind vorzugsweise Generationsglieder (§. 804.).

§. 725.

In und an allen Grundorganen der Pflanzen können sich Knospen bilden. Wir finden sie daher an der Wurzel, dem Stengel und dem Blatte.

Aus der Wurzel brechen Knospen hervor bei den Obst- und andern Bäumen; seltener finden sie sich bei krautartigen Pflanzen, z. B. Euphorbia Cyparissias, Helichrysum arenarium, Ajuga genevensis, Rumex Acetosella *(A. Braun)*.

§. 726.

Aus dem Stengel entwickeln sich die meisten Knospen. Wir müssen aber ihrem Ursprunge nach dreierlei unterscheiden.

a) Adventivknospen. Sie nehmen ihren Ursprung aus der untern Abtheilung eines verticalen Gliedersystems (§. 645.), welche unter der Blattspur vorhergegangener Glieder (also unter der Rinde des Stengels) versteckt ist, und brechen aus der Rinde hervor. Man findet sie häufig an den Stämmen der Bäume. Bei den Obstbäumen sind ihre Sprosse unter dem Namen „Räuber" bekannt. Diese

Knospen zeigen hier gewöhnlich kleine Schuppenblätter, sie sind gleichgliederige Treibknospen. Bei Achillea Millefolium beginnen sie mit Schuppenblättern. Die Adventivknospen sind immer Treibknospen. Sie können an beliebigen Stellen eines Stengels hervorbrechen, also auch an solchen, wo ein Blatt gestanden hat, ohne deshalb Axillarknospen zu sein.

Die Erscheinung der Adventivknospen ist bei der eingliederigen Stengelknolle (Tamus, Cyclamen) gesetzmässig, bei andern Knollen aber häufig nur eine Folge überreicher Nahrung und üppigen Wachsthums, z. B. beim Kohlrabi.

Bei Bäumen, wo die dicke Rindenlage zwar nicht das Entstehen, aber oft das Hervorbrechen der Adventivknospen verhindert, entwickeln sich diese zu einem Knoten, welcher, wie die andern Stengelglieder verholzt, sich jährlich vergrössert und dabei Jahrringe ansetzt. Der Spross ist hier kein Laubspross geworden, sondern ein Knollenspross, welcher sich wie ein kugelförmiges Stengelglied verhält, bei Hervorbrechen seine eigenthümliche Rinde bildet und im Innern auch seinen Markkern besitzt. Diese Monstrositäten werden Knorren genannt und man findet sie an Buchen, Eichen, Birnbäumen u. s. w. Sie bringen oft wieder Adventivknospen hervor.

§. 727.

b) Axillarknospen. Die Axillarknospen entspringen auf dem Blattkissen und zwar entweder zur Seite des Blattstiels, oder gerade unter dem Blattstiele. Der letzte Fall findet sich bei Philadelphus, welchem nach *Linné* die „Augen" fehlen sollen [47]). Wenn bei diesem Strauche im Herbst die Blätter abfallen, so sieht man gerade auf dem Blattkissen, wo der Blattstiel gesessen hat, eine kleine kegelförmige Erhöhung, welche in die Bruchfläche des Stiels eine Vertiefung gemacht hat. Die kleine Erhöhung ist, wie die ganze obere Fläche des Blattkissens, mit einer dünnen Lage eines grauen trocknen Zellgewebes bedeckt, unter welchem die kleine grüne Knospe versteckt ist. Bricht man zu derselben Zeit die noch vorhandenen Blätter ab, so reisst die kleine Decke der Knospe mit ab und man findet sie in der Vertiefung des Blattstiels, in Form eines kegelförmigen Mützchens.

Die eigentlichen Axillarknospen finden sich seitwärts im Winkel zwischen Blatt und Stengel. Sie sind entweder Schlaf- oder Treibknospen und ihr Anfang ist schon bemerkbar, wenn das Blatt selbst noch in der Knospe sich im jugendlichsten Zustande befindet. Man kann den Anfang dieser Knospen am besten bei Picea vulgaris in den Knospen (im Spätsommer) bemerken, wenn man die Vertical-

schnitte durch dieselben betrachtet. Es tritt dann aus dem Winkel zwischen Blatt und Stengel eine kleine grüne Zellgewebspartie — ein punctum vegetationis — hervor, welche allmälig grösser wird und dann an ihrer Spitze in andere kleine Zellenhöckerchen auswächst, welche die Blätter werden. Das Blatt übt auf die Entwickelung der Axillarknospen einen merklichen Einfluss. Es werden daher auch alle Blätter, welche Knospen in ihrer Achsel bergen, Mutterblätter genannt. Manche dieser Mutterblätter sind auch durch ihre fleischige Bildung, durch den Gehalt an Stärkmehl und Proteïnstoffen vorzugsweise die Ernährer der Knospe, weshalb man sie auch Nährblätter nennt. Sie finden sich bei den Zwiebeln. Auch die Cotyledonen der Leguminosen sind solche Nährblätter. Bei den Stengelknollen dagegen, wo die Blätter sehr unentwickelt sind (Kartoffel, Orchis) ernährt der Stengel fast allein die Knospe. Dasselbe ist der Fall, wenn nach einer ersten Knospe späterhin in demselben Blattwinkel noch eine zweite, dritte erscheint, die man accessorische Knospen nennt. Sie kommen besonders bei den Treibknospen vor (Galium verum, Ballota nigra), und aus ihnen entwickeln sich die accessorischen Aeste. Von den Schlafknospen entwickeln sich in dem Winkel mancher Laubblätter auch mehrere Knospen fast gleichzeitig auf einmal. Diese können als Zwillings-, Drillings- u. s. w. Knospen angesehen werden (Taf. 29. Fig. 6. 7.). Eine von ihnen entwickelt sich immer stärker, als die andern; man unterscheidet darum in jeder solchen Gruppe eine als Hauptknospe, die andern aber als Beiknospen. Sie stehen bei zweizeiliger Blattstellung in einer Längsreihe am Stengel (Aristolochia Sipho), die Hauptknospe zu oberst; bei gekreuzter Blattstellung aber ordnen sie sich in die Quere, die Hauptknospe in der Mitte (Syringa persica).

Die schlafenden Winterknospen unserer Bäume kann man sämmtlich als Axillarknospen betrachten, denn sie entwickeln sich in der Regel in Blattwinkeln, selbst da, wo die letzte am Spross eine scheinbar (oder wirklich) terminale Stellung einnimmt. Scheinbare Terminalknospen finden wir bei Pyrus, Populus, Tilia; hier entsteht diese Stellung dadurch, dass die letzten Glieder des Sprosses nicht lebensfähig sind und am Ende der Vegetationsperiode verwelken und abfallen. Dann streckt sich die letzte Knospe gerade und stellt sich in die gleiche Richtung mit der Axe ihres Muttersprosses, seitlich von dem Mutterblatt gestützt. Bei Bäumen oder Sträuchern mit gegenüberstehenden Blättern kommen verschiedene Fälle vor. Entweder es verkümmern und verwelken die letzten Glieder des Sprosses; dann stehen zwei Knospen

mit zwei Mutterblättern am Ende, die vertrockneten Rudimente der verkümmerten Glieder oft noch zwischen sich bergend (Syringa vulgaris); — oder die Axe des Sprosses schliesst mit einem vollständig entwickelten Gliede und es bildet sich auf demselben eine Knospe zwischen zwei Mutterblättern (Aesculus Hippocastanum, Buxus. Taf. 27. Fig. 5.). Diese ist demnach axillär zwischen zwei Blättern, obschon ihre Stellung am Stengel wirklich terminal ist. Sie kann aber nicht als unmittelbare Fortsetzung ihrer Mutteraxe angesehen werden, denn ihre Stellung und Bildung ist die Resultirende von zwei Blattaxen (oder vielmehr von zwei Blattspuren), welche nur in der Verlängerung der mathematischen, nicht der physischen Axe des Sprosses liegt. Die Axe der letzten Knospe schliesst sich daher der Axe des letzten Stengelgliedes des Sprosses nur an und als anschliessendes Generationsglied eröffnet sie eine neue Reihe von Formationsgliedern, in die sie bei ihrer Entwickelung zerfällt. Aus dieser letzten Knospe, welche sich von den vorangehenden auch noch durch eine bedeutendere Grösse unterscheidet, entwickelt sich bei Aesculus ein vorübergehender Laub- und Blumenspross, der nach dem Verblühen abfällt, während aus jenen lateralen Knospen nur Laubsprosse hervorgehen, welche aber bleiben.

Die Grösse der Blätter nimmt an den Laubsprossen von unten nach oben ab, die der Knospen aber von unten nach oben zu. Wo mehrere Knospen in einem Blattwinkel auftreten, zeigt sich die Vermehrung meist erst nach der Spitze zu. So besitzt ein Laubspross von Syringa persica, den ich vor mir habe, in seinen acht untern Blattstufen acht Paar einfache, in den folgenden vier Stufen vier Paar Drillings-Knospen, und die zwei letzten Blätter haben zwischen sich eine grosse Terminalknospe und vier übers Kreuz gestellte Beiknospen.

Axilläre Treibknospen finden sich bei Plantago lanceolata, Galium verum, den Labiaten, Personaten, Compositen und vielen andern.

§. 728.

c) Terminalknospen. Wir finden sie häufig als unmittelbare Fortsetzung des Stengels bei allen einjährigen Pflanzen, so wie auch bei perennirenden Monocotyledonen, wo sie oft in der Erde versteckt ihren Sommerschlaf halten (Convallaria). Uebrigens werden alle axillären Treibknospen zu Terminalknospen (Asparagus, Saxifraga granulata).

§. 729.

An den Blättern selbst bilden sich Knospen; es sind Fälle bekannt, wo sowol die Blattscheide, als auch der Stiel und die Blattspreite Knospen erzeugen. So theilt *Irmisch* („Zwiebelgew." p. 58.) von Tulipa silvestris mit, dass diejenigen Zwiebeln, welche keinen Blüthenstengel entwickeln, an der Vorderseite der Basis eines Laubblattes eine Verlängerung bekommen, welche scheinbar einem Ausläufer gleicht und die Umhüllung durchbricht; sie ist fadenförmig cylindrisch und hohl; nur ihr äusseres Ende ist geschlossen. In demselben aber entwickelt sich eine Knospe. Die Höhle der Verlängerung ist sehr eng, sie communicirt mit der Höhlung der Blattscheide und geht hier zu Tage aus.

Bei Malaxis paludosa und Ornithogalum thyrsoideum wachsen von den Blättern zwiebelartige Knospen aus. Knollenartige Knospen kommen noch bei Aroideen und Gesneriaceen vor.

Wenn man das Blatt einer Gloxinia abschneidet und mit dem Stiel in die Erde pflanzt, so bildet sich an der Schnittfläche eine Zellgewebsmasse; welche zur Knolle anwächst, zahlreiche Adventivwurzeln treibt und zuletzt auch neben dem Blattstiel Treibknospen entwickelt. Auch die Blätter gewisser Lilien, Rochea falcata, Arten von Aloë, Theophrasta, Echeveria, Cotyledon und andere, entwickeln Knospen, wenn sie von feuchter Erde bedeckt sind.

§. 730.

Wir haben schon oben (§. 723.) die Knospen in gleichgliederige und ungleichgliederige unterschieden. Die ungleiche Gliederung kann aber selbst wieder sehr verschiedener Art sein, indem die Glieder entweder nur dem Grundstock, oder nur dem Blumenstock, oder beiden angehören. Knospen, welche einen künftigen Laub- und Blumenstock zugleich einschliessen, nennt man gemischte, oder auch zusammengesetzte.

Bei der nun folgenden Betrachtung einiger Beispiele, an welchen nur gezeigt werden soll, welchen grossen Einfluss die Sprossbildung bei der grossen Mannigfaltigkeit der Pflanzenformen ausübt, ist der Blumenstock ausgeschlossen, weil dessen Betrachtung im sechsten Buche stattfinden soll.

Sechstes Capitel.

Von den Sprossformen des Grundstocks.

§. 731.

Jede geöffnete Knospe wird sofort zum Spross. Ein Spross besitzt entweder alle drei Grundorgane, Wurzel, Stengel und Blatt, oder weniger. Er hat nur die Bedeutung eines Gliedes, wenn er nicht fähig ist, selbständig zu leben und zu wachsen. Er gehört alsdann einem Muttersspross an, von dem er erzeugt ist und bis an sein Lebensende auch ernährt wird. Ein solcher Spross füllt daher auch nur eine Lücke in der Gliederung eines Pflanzenorganismus aus. Der Spross kann aber auch eine doppelte Bedeutung gewinnen, wenn er die Fähigkeit besitzt, nach der Trennung von dem Muttersspross sich selbständig fort zu entwickeln. Er hat dann nur in seiner ersten Lebensperiode die Bedeutung eines Gliedes, in der zweiten die Bedeutung eines Individuums. Je früher und je unentwickelter ein Spross sich auf natürlichem Wege von seinem Muttersspross trennt, um so mehr besitzt er individuellen Werth. Es gibt in der That Sprosse, welche sich im Knospenzustande schon vom Muttersspross lösen, z. B. die Zwiebelknospen (Taf. 28. Fig. 1. a.) und Knollenknospen, während andere, welche auch fähig sind, selbständig weiter zu wachsen, beständig mit frühern Generationen verbunden bleiben. Dadurch entstehen die Stämme der Bäume und Sträucher. Die Bäume und Sträucher bestehen aus vervielfachten Reihen ununterbrochener und mit einander verwachsener Generationen.

Die unmittelbare Verknüpfung und Verwachsung der Generationen wird in der Regel nur durch die Wurzel- und Knospenbildung möglich.

§. 732.

I. Krautstöcke. Wo keine Verwachsung der Generationen vorkommt, also bei allen denjenigen Pflanzen, welche nur abfallende Samenknospen entwickeln, da endigt das Pflanzenindividuum mit der Blüthe und der Samenbildung. In diesem Falle sind alle so genannte „Sommergewächse“ oder „einjährige“ Pflanzen. Diese können nur durch Samenentwickelung ihre Generationsreihen fortführen, welche aus getrennten Generationsgliedern — Individuen — bestehen. Jedes Formationsglied (mit Ausnahme

der Samenknospe) hat daher auch hier nur die Dauer einer Vegetationsperiode. Die Individuen erreichen oft nur eine geringe Grösse und ihre Gliederzahl ist im Allgemeinen beschränkter, als bei andern Pflanzen. Es gehören aber auch Kletter- und Schlingpflanzen hierher, welche mitunter eine beträchtliche Höhe erreichen (Phaseolus).

Alle hierher gehörigen Dicotyledonen haben nur eine Hauptwurzel, keine Adventivwurzeln; die Monocotyledonen haben in der Regel nur Adventivwurzeln; diese entspringen aus den untersten gestauchten Gliedern (Zea altissima, Hordeum vulgare, Secale cereale).

Die „einjährigen" Gewächse perenniren durch ihre Samenknospe, weil diese über die Vegetationsperiode hinausreicht. Es gibt demnach, streng genommen, gar kein einjähriges Gewächs.

Die „zweijährigen" Gewächse entwickeln in der ersten Vegetationsperiode ihre Hauptwurzel und einen gestauchten Grundstengel, an welchem die Blätter eine Rosette oder „Bodenlaube" bilden; in der folgenden Vegetationsperiode entwickeln sich dann meist aus der überwinterten Terminalknospe allmälig längere Stengelglieder und es steigt aus dem Stauchling ein Schoss auf, der aufwärts zum Blumenstengel wird. So bei den Scabiosen, mehreren Compositen, Umbelliferen, Cruciferen, Asperifolien und Verbasceen. Manche Pflanzenarten erscheinen eben so „einjährig" als „zweijährig", je nachdem sie ihren Laub- und Blüthenstengel ununterbrochen in Einer, oder, getrennt, in zwei Vegetationsperioden entwickeln. So Hyoscyamus niger und Echinospermum Lappula. Die „einjährigen" Formen sind dann im Habitus auffallend von den „zweijährigen" verschieden. (Vergl. *Irmisch* a. a. O. p. 211.)

Die „zweijährigen" Gewächse perenniren durch ihre Samenknospen, ihre (Haupt-) Wurzel und ihr Stauchstengel dauern zwei, der Blumenstengel nur Eine Vegetationsperiode.

§ 733.

Die Kräuter perenniren ausserdem noch durch Adventivknospen an ihrer Hauptwurzel. Die Hauptwurzel verlängert und verjüngt sich dabei beständig an ihrer Spitze; in ihrem obern Theile brechen Knospen hervor, welche zu Laub- und Blüthensprossen sich entwickeln. Diese Sprossen dauern nur Eine Vegetationsperiode. So weit die absterbenden Sprossen an der Haupt-

wurzel reichen, so weit stirbt auch diese nach jeder Vegetationsperiode an dem Kopfe ab; unter dieser Region treibt sie jedesmal wieder neue Knospen. So z. B. bei Medicago sativa. Man kann solche Pflanzen Wurzelstauden nennen.

§. 734.

II. Zwiebelstöcke. Sie bestehen aus aufrechten wenig gegliederten Stauchstengeln mit fleischigen Blättern. Sie perenniren durch Axillarknospen; sie blühen und belauben sich durch Terminalknospen, die sich erst in der zweiten oder dritten Vegetationsperiode des Sprosses entwickeln. Der blühende Spross besteht aus einem Laub- und einem Blumenstengel. Beide dauern nur eine Vegetationsperiode. Der Blumenstengel ist immer über der Erde, der Laubstengel meist nur, wenn er aus mehreren verlängerten Gliedern besteht (Lilium). Der oberirdische Laubstengel entwickelt in einzelnen Fällen auch axilläre Zwiebelknospen (Lilium bulbiferum). Der unterirdische Laubstengel sendet seine Laubblätter über die Erde (Hyacinthus Galanthus). In der Regel bilden sich Laube und Blüthe in ununterbrochener Aufeinanderfolge und nur die Zwiebel gehört einer vorhergegangenen Periode an. Die Zwiebel dauert zwei (Gagea), drei (Galanthus nivalis, Ornithogalum umbellatum), oder mehr (Ornithogalum nutans, Hyacinthus orientalis) Vegetationsperioden (*Irmisch,* a. a. O. p. 235.). Die letzte Periode einer alten Zwiebel ist in der Regel die erste einer neuen.

Das Perenniren der Zwiebelstöcke wird auch noch durch die Bildung von Adventivwurzeln vermittelt.

§. 735.

III. Knollenstöcke. Die meisten perenniren durch Adventiv- und Axillarknospen und leben eine, zwei oder mehr Vegetationsperioden.

Der Knollenstock von Ranunculus bulbosus lebt nur Eine Vegetationsperiode, er trägt Laubblätter und entwickelt aus der Terminalknospe den Blüthenstengel (Taf. 29. Fig. 10.).

Der Knollenstock des Kohlrabi lebt zwei Vegetationsperioden; seinen knolligen Stengelgliedern gehen mehrere gestreckte voran. Er entwickelt normal nur Eine Terminalknospe.

Bei Solanum tuberosum ist der Knollenstock ein wurzelloser Knospenstengel, welcher zwei Vegetationsperioden lebt, und zwar dient die erste zur eignen Ausbildung an dem Mutterschoss und zur Entstehung der Axillarknospen, die zweite zur Entwickelung der Axillar- und Adventivknospen, aus welchen der Laub- und die

Blüthenstengel hervorgehen. Die ersten Glieder des Laubstengels sind unter der Erde; aus ihnen sprossen unterirdische Adventivwurzeln und horizontale Schuppenstengel, aus deren Blattwinkeln wiederum Knospen hervorbrechen, welche zum Knollenspross (§. 726.) sich entwickeln. Mit der Ausbildung des letztern ist auch der oberirdische Laubspross mit Blüthe und Frucht entwickelt, worauf, mit Ausnahme der Samen und Knollen, die übrigen Bildungen absterben.

Bei Orchis und andern Orchideen perennirt der Knollenstock durch eine Terminalknospe. Diese entwickelt sich zu einem Spross, welcher unten einige Adventivwurzeln, dann Scheidenblätter, dann Laubblätter und oben die Blüthe trägt. In den Winkeln der untern Blätter bilden sich Axillarknospen, welche die Scheide durchbrechen, indem sie seitwärts herauswachsen und nach unten bald zu einer Knolle anschwellen, die oben wieder eine Terminalknospe entwickelt. Nur die Knolle nimmt an zwei Vegetationsperioden Theil, die andern Organe nur an Einer. Die alte Knolle hängt aber (abgestorben) an der jungen, welche in der zweiten Periode vegetirt, so dass man in der Regel die Anfangsglieder dreier Vegetationsperioden bei einander hat.

Bei G l a d i o l u s weichen die Erscheinungen nicht viel von den eben erwähnten ab. Die Knolle durchlebt in der Regel zwei Vegetationsperioden. In der ersten erscheint sie als kleine knollige Knospe mit Einem verdickten Stengelgliede, welches ein terminales Knospenherz trägt. Dieses Knospenherz ist die eigentliche Knospe, welche auf dem ersten entwickelten Stengelgliede sitzt. Die ganze Knospe ist, wenn sie reif ist, von einer derben netzförmig geaderten ganz geschlossenen Schale umgeben, welche bei weiterer Entwickelung mit einem Längenspalt aufreisst. Oft ist die Knospe an der Basis mit einem dünnen Stiel versehen. In der zweiten Periode entwickelt die Knospe sich zum Knollenspross, welcher die Kielblätter trägt und aus einer Anzahl deutlicher Glieder besteht, er hat Adventivwurzeln und schliesst mit einer Terminalknospe; in der dritten Periode entwickelt sich aus der Terminalknospe ein neuer Knollenspross auf dem vorigen, welcher abstirbt, worauf dann der Blumenstengel folgt. Der Knollenspross setzt schon in der zweiten Vegetationsperiode eine Anzahl Axillarknospen an; derjenige der dritten Periode ebenfalls. Man kann übrigens die Knospen gleichzeitig an demselben Spross in den verschiedensten Entwickelungsstufen antreffen. Diejenigen, welche am Schluss der Vegetationsperiode sehr weit entwickelt sind, kommen auch oft in der zweiten Periode schon zur Blüthe. Die alte abgestorbene

Knolle vereinigt oft eine ziemlich grosse Anzahl von Generationsgliedern mit einander.

Bei Cyclamen und Tamus perennirt das knollige Stengelglied selbst durch Neubildung in seinem Innern und Erzeugung neuer Adventivwurzeln, die nur Eine Vegetationsperiode dauern. Ihre Adventivknospen entwickeln Sprosse, die mit der Blume und Frucht schliessen.

§. 736.

IV. Die **Palmenstöcke** perenniren durch ihre Stengelglieder und Adventivwurzeln. Die Vegetation ist am einfachen Stamm nicht periodisch, sondern ununterbrochen, so dass die Palmenstöcke eine ewige Gipfellaube tragen. Darum können sie auch nur in Gegenden wachsen, wo die Temperatur nicht so tief sinkt, dass die Vegetation gehemmt wird. Ihre Blätter dauern mehrere Jahre und verholzen. Die Zahl und Länge der Stengelglieder ist sehr verschieden; die ältern sterben unten ab, wie sich die neuen oben vermehren. Dadurch rücken auch die höchsten Glieder nach und nach hinab und die untern schlagen frische Nebenwurzeln. Eine einzige Terminalknospe schliesst die Gipfellaube, die oft von kolossalen Blättern gebildet wird. Doch kommen auch an der Basis der Stämme Axillarknospen vor, welche Generationssprosse entwickeln, z. B. bei Chamaerops. Der Stamm ist bald nur 5—6 Fuss hoch, wie bei Chamaerops und Nipa, bald erhebt er sich 70—100, ja bei der Wachspalme 160—180 Fuss hoch. Noch länger aber werden die dünnen Rohrpalmen Ostindiens, deren einfache Stämme sich von einem Baume zum andern winden, bald an denselben hinauf- und wieder herabsteigen und 400—600 Fuss in die Höhe reichen. Knollige Palmenstöcke besitzen die Cycadeen.

Einen krautartigen Palmenstock besitzt Bromelia Ananas. Wir bemerken hier zuerst eine Bodenlaube, deren untere Glieder axilläre Generationsknospen treiben; aus der Bodenlaube entwickelt sich ein Terminalspross, welcher allmälig in einen knollig verdickten Blumenstock übergeht, worauf endlich noch eine Gipfellaube mit Terminalknospe folgt, welche die Axillarknospen an Stärke übertrifft. Diese Gipfellaube kann ausgedreht und gepflanzt werden. Sie entwickelt dann Adventivwurzeln und wird zur Bodenlaube, bei deren Entwickelung die oben geschilderten Erscheinungen sich wiederholen.

Der Palmenstock zeichnet sich wesentlich dadurch aus, dass von den Gliedern des Laubstocks nur die untern normal absterben, niemals die obern, welche vielmehr eine beständige Terminalknospe besitzen.

§. 737.

V. Die Staudenstöcke. Der Ausdruck „Staude“ wird sehr vag gebraucht. Ich verstehe darunter Pflanzen, welche mittelst Adventivwurzeln und in deren Nähe befindlicher Stengelknospen perenniren. Die bewurzelten und knospenzeugenden Stengelglieder, welche ebenfalls längere oder kürzere Zeit perenniren, bilden den Wurzelstock (rhizoma). Durch den Wurzelstock überwintern diese Pflanzen bei uns. Er stirbt an seinen ältern Theilen absatzweise ab, wie die Zwiebel- und Knollenstöcke, und ein solcher Absatz gehört jedesmal zu einer Vegetationsperiode. Aus seinen Knospen entwickeln sich im Frühling neue Sprossen.

Wir unterscheiden oberirdische und unterirdische Staudenstöcke; Zwischenformen sind die auf der Erde hinkriechenden, wozu Lysimachia Nummularia, Glechoma hederaceum und Fragaria vesca Beispiele liefern. Was man bei der letztern Ausläufer nennt, ist gerade die Hauptaxe des Stengels, welche sich endlos verlängert und durch Seitensprosse verzweigt. Der Hauptspross liegt horizontal auf der Erde. Er besteht aus sehr verlängerten Stengelgliedern, welche wenig entwickelte Laubblätter tragen. Oft sind von denselben nur die scheidenartigen Nebenblätter entwickelt und das Mittelblatt ist nur als eine Spitze, oder ein kleines Blättchen vorhanden. In der Achsel des ersten Blattes befindet sich oft eine Knospe, welche wieder einen langen Ausläufer liefert; in der Achsel des folgenden Blattes entwickeln sich nach einander zwei grössere Treibknospen, wovon die eine die horizontal liegende Axe fortsetzt, die andere aber als lateraler Stauchspross und als aufrecht stehender Zweig erscheint, welcher an seiner Basis ringsum Adventivwurzeln entwickelt, mit denen er sich in der Erde befestigt und dadurch ein ziemlich selbständiges Leben führt. Dieser Stauchspross entwickelt grössere Laubblätter und zuletzt auch den Blüthenstengel. In der Regel entwickelt ein Glied um das andere einen aufrechten Stauchspross.

Andere Beispiele von Staudenstöcken, welche oberirdische Knospen entwickeln, bieten Achillea Millefolium und Lychnis Viscaria. Bei beiden stirbt nach jeder Vegetationsperiode nicht nur der Blumenstengel, sondern auch ein Theil des Laubstengels von oben nach unten ab, bis auf diejenigen Stengelglieder, welche Generationsknospen entwickeln. Bei beiden ist der untere Laubstengel auch verschieden von dem obern, indem jener aus gestauchten, dieser aus verlängerten Gliedern besteht. Auch ist bei den Blättern des Stauchlings der Scheidentheil stärker entwickelt

und die jungen Sprosse bilden Rasen von dicht bei einander stehenden Bodenlauben. Die meisten Blätter der Bodenlaube haben Treibknospen in ihren Winkeln, welche sich grossentheils im Sommer zu belaubten aufrechten Schösslingen verlängern, und im obern Theile sich zu Blüthenstengeln entwickeln. Im Herbst, wo die Blüthenstengel (und bei Lychnis Viscaria auch der zur Blüthe gekommene Laubspross) abgestorben sind, entwickeln die untern, an der Erde liegenden Stengelglieder neue Treibknospen, deren junge Sprosse überwintern, im untersten Theile aus verlängerten Stengelgliedern bestehen, welche Adventivwurzeln schlagen und (wenigstens bei Achillea) mit kleinen scheidigen Schuppenblättern versehen sind. Wo diese Sprosse über die Erde kommen, da beginnt der Stauchling mit seiner Bodenlaube sich zu bilden. Bei beiden Gewächsen sterben die ältern Glieder des Wurzelstocks, welche jedoch bei Lychnis mehrere Vegetationsperioden hindurch dauern, ab, und die jüngern rücken allmälig tiefer in die Erde und bewurzeln sich stärker; so kommen auch allmälig die sich entlaubenden Stauchlinge in die Erde und treiben Wurzeln. Bei Lychnis Viscaria trifft man durch den mehrere Jahre dauernden, tiefgehenden Wurzelstock oft viele Generationsglieder zu einem Individuum vereinigt, welches mit seinen zahlreichen (oft über 100) kleinen Bodenlauben ein Rasenplätzchen bildet. Später trennen sich diese Generationsglieder und bilden selbständige Individuen. Sie können auch einzeln als Stecklinge zertheilt und verpflanzt werden.

Bei der Georgine stirbt ebenfalls der im Sommer gebildete Laubstengel bis auf die untern Glieder ab, welche Adventivknospen ansetzen, die im Frühjahr nach unten Adventivwurzeln, nach oben aber neue Laubsprosse treiben. Die knollig verdickten Adventivwurzeln bringen im Frühjahr ebenfalls Adventivknospen, so lange sie mit dem untern Theile des Stengels noch in Verbindung stehen. Die meisten dieser Knospen setzen schon im Herbst an und schlafen im Winter. Diejenigen Knospen, welche im Sommer am oberirdischen Laubstengel sich bilden, sind sämmtlich Treibknospen, welche (mit Ausnahme der Samen) nur Formationssprosse (belaubte Zweige und Blüthenstengel) erzeugen.

Zu den Stauden mit perennirendem unterirdischen Wurzelstock gehören der Spargel, die Maiblume, die Quecken und mehrere andere.

Der Spargel hat einen gestauchten Wurzelstock (Taf. 28. Fig. 5.), welcher tief unter der Erde horizontal fortwächst, in der ersten Vegetationsperiode drei bis vier Glieder entwickelt, in der zweiten schon fünf bis sechs. So steigt nun jedes Jahr die Zahl

seiner Glieder, bis sie sich auf acht bis zehn vermehrt hat. Die Glieder einer Vegetationsperiode bleiben zusammen und dauern nur so lange, bis die der folgenden Periode sich entwickelt haben; dann sterben sie ab. Die Glieder sind sämmtlich Generationsglieder; jedes besitzt ein Schuppenblatt; jedes Schuppenblatt entwickelt eine Axillarknospe, welche sich im Frühjahr zu einem aufrechten und zu Tage gehenden, ebenfalls mit anliegenden Schuppenblättern versehenen Stengel mit verlängerten Gliedern entwickelt, der auf seinen rispenartigen Zweigen die Blumen trägt. Der junge Spross dieses Schuppenstengels mit seiner Terminalknospe (Taf. 28. Fig. 6.) ist derjenige Theil, welcher in der Küche verbraucht wird. Der unterirdische Stauchling (Fig. 5.) treibt zur Seite und nach unten in der Regel eben so viel starke und einfache Adventivwurzeln, als er Glieder zählt. Er hat viel Aehnlichkeit mit dem Wurzelstock von Aspidium Filix Mas.

Die Maiblume (Convallaria majalis) besitzt einen cylindrischen, etwas langgegliederten Wurzelstock mit Schuppenblättern, an deren Basis quirlförmig, in der Regel sechszählige, Adventivwurzeln hervorbrechen. Die drei letzten Glieder sind verkürzt und aus ihnen entwickeln sich gewöhnlich zwei Axillarknospen und eine Terminalknospe. Die letzte ist im Herbst noch von der Basis der geschlossenen und langen Blattscheiden der verflossenen Vegetationsperiode umgeben. Sie ist eine Sommerschlafknospe. Untersucht man sie näher, so findet man Folgendes: Zu äusserst kommen in der Regel vier Schuppenblätter (an einem künftigen Stauchstengel), welche an der Basis zu einer geschlossenen Scheide entwickelt sind. Hierauf folgt ein bloss schuppenförmiges, nicht ganz umfassendes Mutterblatt, welches den Blumenstengel in seiner Achsel trägt. Mit seinen Rändern greift es noch nach einer Blätterknospe über, welche zwar scheinbar neben dem Blumenstengel steht, aber einem folgenden Stengelgliede angehört, das als eine zweite unmittelbare Fortsetzung des Schuppenstengels anzusehen ist, von welchem der Blumenstengel als ein lateraler Zweig erscheint. Die Blätterknospe selbst ist erst noch mit einem übergreifenden, aber mit einer geschlossenen Scheide versehenen Schuppenblatte gedeckt, worauf die Laubblätter (zwei bis vier) folgen. Im Frühjahr, wo die Knospe sich zum Spross entwickelt hat, besteht derselbe 1) aus dem vier- bis sechsgliederigen Scheidenstengel, 2) dem zweigliederigen Schuppenstengel, welcher im Winkel seines ersten Mutterblattes den axillaren Blumenspross und auf seinem zweiten Gliede den ebenfalls gestauchten terminalen Laubspross trägt, dessen zweites oder drittes Endglied mit einer Terminalknospe schliesst. Diese kommt in der

folgenden Vegetationsperiode zur Entwickelung und wird von dem untern Theile der langen Scheiden der Laubblätter umschlossen. So wie die Blätter der Axe absterben, entwickelt die letztere Adventivwurzeln an den Gelenken. Nur die Blüthenaxe kommt über die Erde und stirbt nach dem Verblühen; die Laub-, Scheiden- und Schuppen-Axen bleiben unten und dauern mehrere Vegetationsperioden hindurch. Diejenigen unterirdischen Stengeltheile, welche aus einer Terminalknospe hervorgegangen, sind stärker als die andern. Die Seitenknospen treiben einen horizontalen Schoss mit verlängerten Stengelgliedern und scheidigen Schuppenblättern. Am Ende der Vegetationsperiode wandelt sich die terminale Treibknospe in eine Schlafknospe um und entwickelt Laubblätter, welche in der nächsten Periode ohne Blüthenstengel zu Tage kommen, aber oft für die zweitfolgende Periode eine Terminalknospe mit Blüthe und Laube in ihrer Basis enthalten. In der Rollung der Schuppen- und Laubblätter kommen ziemliche Verschiedenheiten vor. In dem einen Falle, den ich untersuchte, war das 1te, 7te und 9te Blatt rechts um, das 2te, 3te, 4te, 6te und 8te links um gewickelt; das 5te war geöffnet. In einem andern Falle war das 1te, 2te, 5te, 6te und 7te links um, das 3te und 4te rechts um gewickelt. Von zwölf untersuchten Knospen waren nicht zwei in der Blattwendung übereinstimmend.

Die Quecken (Triticum repens) gehören zu den staudenartigen Gräsern. Man unterscheidet einen unterirdischen Schoss mit scheidenartigen Schuppenblättern, welcher Axillarknospen hervorbringt und durch Adventivwurzeln perennirt. Seine Spitze nur erhebt sich über die Erde und bildet sich zum Laubstengel um, der zuletzt in den Blumenstengel übergeht. Aus den Axillarknospen gehen Sprosse hervor, deren erste Glieder gestaucht sind; die folgenden verlängern sich zu einem Schoss, welcher entweder noch eine gewisse Zeit unterirdisch vegetirt, mit Schuppenblättern und Adventivwurzeln, oder er erhebt sich später oder früher über die Erde zu einem Laubspross, der nach Umständen ebenfalls mit der Blüthe schliesst. Der Laubspross dauert mit seinen oberirdischen Gliedern, welche keine Adventivwurzeln entwickeln, nur Eine Vegetationsperiode. Aira cespitosa und andere Gräser verhalten sich ähnlich, nur steigt hier der Spross gleich in die Höhe.

Knollige Staudenstöcke finden wir bei den Irideen und andern. Wir haben sie schon bei dem Knollenstocke betrachtet (§. 735.).

Die Zwiebelstöcke sind ebenfalls Staudenstöcke (§. 734.). Die perennirenden Knollen- und Zwiebelstöcke, welche Adventivwurzeln

entwickeln, sind deshalb auch Wurzelstöcke. Eine dicotyledonische Zwiebelstaude ist Saxifraga granulata (Taf. 28. Fig. 1.).

Den Gegensatz zu den gestauchten und verknollten Staudenstöcken bilden die kletternden, wozu unser Hopfen ein ausgezeichnetes Beispiel liefert, dessen lange Sprosse bis auf den untern stärkern Stengeltheil, welcher Winterschlafknospen entwickelt, nach jeder Vegetationsperiode abstirbt.

Streng genommen stellen sich die Stöcke der Convallaria majalis und Lysimachia nummularia zwischen den aus der Terminalknospe fortwachsenden Palmenstamm (welcher auch bei Chamaerops und Bromelia durch Axillarknospen perennirt) und die andern Stauden, deren Jahrestriebe bis auf den untern Theil absterben, was bei den beiden erstgenannten Pflanzen nicht der Fall ist, indem sie durch die Bildung einer Terminalknospe sich beständig, wie die Palmen, an der Spitze erneuern, nur mit dem Unterschied, dass die Knospen- und Spross-Bildung nicht continuirlich, sondern periodisch ist.

§. 738.

VI. Die dicotyledonischen Bäume und Sträucher. Sie gleichen in vielen Beziehungen den Stauden, namentlich darin, dass ihre Sprosse zugleich Formationsglieder sind, welche zum Wesen des baum- oder strauchartigen Pflanzenindividuums gehören. Aber sie sind dadurch ausgezeichnet, dass alle Sprossglieder, welche zur vollständigen Entwickelung gelangt sind, verholzen und perenniren, indem sie an jeder folgenden Vegetationsperiode wieder mit Theil nehmen. Dadurch legen sich in jeder neuen Vegetationsperiode Neubildungen über die ältern, wodurch eine concentrische Gliederung des Stammes und der Zweige entsteht. Ein Hauptcharakter der dicotyledonischen Stämme liegt mit in ihrer Verzweigung, welche normal durch die Sprossbildung aus Axillarknospen hervorgerufen wird. Durch diese baut sich der Baum allmälig auf. Jeder Spross ist ein Zweig, und jeder Zweig ist zugleich eine Wiederholung des ersten Laubstämmchens, das ein Laubspross des Keimstämmchens ist. Die meisten Laubsprosse beginnen mit einem schuppenblätterigen Stauchling, dessen unmittelbare Fortsetzung sie sind. Schiessen sie schlank in die Länge, so nennt man sie Loden. Diejenigen Sprossen, welche keine reinen Laubsprossen sind, schliessen in der Spitze mit einem Blumenstengel, der mitunter an der Basis einige Laubblätter besitzt; oder die Knospen entwickeln auch einen reinen Blumenspross; oder der gemischte Spross trägt Blumen in den Winkeln seiner Laubblätter u. s. w.

Wo der Laubspross in seiner Hauptaxe rein auftritt, da können noch einige Verschiedenheiten vorkommen, indem er das einemal mit einer Terminalknospe besetzt ist (Aesculus Hippocastanum, Syringa persica), das anderemal aber in seinen Endgliedern verkümmert, welche daher bald absterben (Tilia, Robinia, Vitis); das drittemal endlich bilden sich an dem Spross immer kleinere Blätter, bis diese ganz verkümmern, die Stengelspitze ganz kahl auswächst und mit ihrem Vegetationspunkte verholzt. In diesem Falle entsteht der Dorn (spina), wozu Crataegus und mehrere Prunusarten Beispiele liefern. Wir sehen aus dem zweiten Falle, dass es doch auch Bäume gibt, bei denen die Spitzen regelmässig absterben, wodurch sie sich den Stauden nähern.

Uebrigens haben alle dicotyledonischen Bäume und Sträucher perennirende Hauptwurzeln, welche wie der Stamm sich verdicken und verholzen, auch treiben sie aus diesen Hauptwurzeln, wie aus dem Stamme Adventivwurzeln und Adventivknospen. Dasselbe geschieht bei Zweigen, wenn sie in die Erde gelegt werden.

§. 739.

Den Uebergang von den Stauden zu den Sträuchern und Bäumen bilden die Rosen, die Brombeersträucher, der Weinstock u. s. w.

Der Weinstock, welcher in strengen Wintern bei uns in seinen Loden erfriert, besitzt auch bei uns mehr die Form einer Staude, während er in den Wäldern Mingreliens einen Baumstamm von drei bis sechs Zoll Dicke bildet, mit seinen Gabeln nicht nur die Gipfel der höchsten Bäume umschlingt, sondern sie auch mit einander verbindet. Seine Sprossen haben ein so eigenthümliches Wachsthum, dass es wohl der Mühe verlohnt, sie näher zu betrachten. In der ersten Vegetationsperiode entwickelt das Keimstengelchen einen Laubspross, dessen Gliederzahl bis über zehn betragen kann und dessen Blätter nach $^2/_5$ oder $^3/_7$ gestellt sind. Sie besitzen axilläre Knospen, welche aus einem Schuppenblatt, einem Laubblatt und dem Anfang einer Gabel bestehen. Bei ältern Rebstöcken entwickeln sich sehr lange Loden aus stärkern Knospen, welche von zwei Schuppenblättern bedeckt werden. Diese Loden sind jedoch nicht mit denen anderer Bäume und Sträucher zu vergleichen, weil sie nicht aus einer Reihe gleichartiger Glieder, sondern aus einer Reihe verketteter und verschiedenartiger Sprosssysteme bestehen. Ein jedes solches System endet mit einer Blüthenrispe oder Gabel und beginnt da, wo die Blüthenrispe oder die Gabel des vorhergehenden Systems seitwärts sich abbiegt. Nur das erste System, womit die ganze Lode beginnt, entspringt aus

den zwei Schuppenblättern der Knospe. An den einzelnen Systemen sowol, als an der ganzen Lode sind die Blätter zweizeilig gestellt; jedes folgende Glied macht mit seiner Axe eine halbe Kreisdrehung, gleichviel ob es die Fortsetzung eines Systems oder der Anfang eines neuen ist. Jedes System besteht aus einem oder mehreren Laubgliedern und einem Blumenstengel, oder, statt dessen, einer Gabel. Das unterste System ist aus zwei Schuppen- und drei bis sechs Laubgliedern zusammengesetzt, denen sich dann die Blumenrispe anschliesst. Sind die Systeme noch nicht hinreichend kräftig, so erscheint eine Gabel an der Stelle der Blumenrispe. Diese Formen sind in der That die unmittelbare Fortsetzung und Verlängerung des vorhergehenden Stengelgliedes, welches das Laubblatt trägt, aber mit seiner Entstehung ist zugleich die Bildung einer Knospe verknüpft, welche den Anfang des nächsten Systems bildet und zwischen dem Laubblatt und dem dazu gehörigen folgenden Stengelgliede erscheint. Sie ist also eine Axillarknospe. Aber sie ist auch eine Treibknospe und darum entwickelt sie sich sogleich nach ihrer Entstehung an der Basis ihres Mutterblattes weiter. Da aber ihr erstes Glied sich kräftiger gestaltet, als die letzten des vorangegangenen Systems, so schliesst es sich mehr dem kräftigen Laubgliede an, stellt sich ziemlich in die Richtung desselben und drängt dadurch das Ende des voraufgegangenen Systems zur Seite. So erscheinen diese Enden als laterale Theile, während sie in der That terminale sind. Alle auf das erste System der Lode folgenden schliessen sich so an einander; sie besitzen keine basilären Schuppenblätter, weil sie aus Treibknospen, nicht, wie das erste, aus einer Schlafknospe hervorgehen. Dabei zeigt sich noch, dass das erste (unterste) System drei bis fünf Laubglieder entwickelt, während die folgenden nur eins und zwei abwechselnd ausbilden, wodurch es kommt, dass immer ein gabelloses Glied zwischen zwei gabeltragenden sich befindet. Nun finden sich aber noch bei den ausgebildeten Loden secundäre Zweige, die sämmtlich nur aus wenigen Gliedern bestehen, schwächer sind und keine Gabeln entwickeln. Sie entspringen aus den Laubachseln der Lode und nehmen gegen ihr Mutterblatt eine gekreuzte Stellung ein. Sie sind dreigliederig, das untere Glied ist gestaucht und besitzt ein Schuppenblatt, die folgenden sind verlängert und tragen Laubblätter. Diese letztern haben im Spätherbst kleine Kümmerknospen in ihren Winkeln, die nicht zur Entwickelung kommen, während das basiläre Schuppenblatt eine kräftige Schlafknospe im Winkel birgt, aus welchem in der nächsten Vegetationsperiode die neuen Loden hervorgehen. Diese secundären Zweige nennt man Geitzen. Die Geitzen

sind demnach die directen Erzeuger der Winterknospen. (Vergl. auch *A. Braun*, „Verjüngung in der Natur u. s. w." p. 49.)

§. 740.

Alle Sträucher und Bäume stimmen darin überein, dass sie erst dann zur Entwickelung eines Blüthenstengels kommen, wenn eine Anzahl von Vegetationsperioden voraufgegangen sind, durch welche der Stamm erst erstarkt; die bis dahin entwickelten Spross-systeme werden von *A. Braun* als Erstarkungsgenerationen bezeichnet.

Diese Erstarkungsgenerationen bedingen sich gegenseitig in einem Individuum und sind dadurch wesentliche Zwischenstufen, indem sie einestheils die nothwendigen Vorläufer der Blüthe sind, und anderntheils durch ihre Verwachsung einen Grundstock bilden, der das Resultat einer Reihe von Vegetationsperioden ist, welche in der Ausbildung und Zahl der Glieder und in der Mannigfaltigkeit und Ordnung der Gliederform das Höchste erreicht, was die Pflanzenwelt in einem Individuum leisten kann.

§. 741.

Dazu kommt auch noch das Verhältniss, in welchem das Blatt zu seinem Stengelgliede steht. Während die grosslaubigen Waldbäume und Sträucher ein erquickendes grünes Schattendach bilden, erscheinen die Blattformen bei den Zapfenträgern als spitzige Nadeln, oder verkümmern bei den Casuarinen zu blossen, scheidig verwachsenen, nur in der Nähe bemerkbaren Spitzchen, so dass in dem letzten Falle die Sprossen kahlen Reisern oder Ruthen gleichen. In den Stengelgliedern aber bemerken wir bald eine im Verhältniss zur Dicke mässige Länge; bald aber auch ein solches Uebergewicht der Längendimension, dass man bei den Bauhinien der Tropengegenden blattlose Zweige von 40 Fuss Länge antrifft.

Einen weitern entschiedenen Einfluss auf die Tracht der Baum- und Strauchformen hat die Anordnung und Richtung der Zweige. Jene geht fast immer aus der Anordnung der Knospen erzeugenden Mutterblätter hervor, daher haben wir oft zweizeilige Zweigordnung bei zweizeiliger Blattstellung (Ulmus, Tilia, Carpinus), oder vierzeilige gekreuzte (Aesculus), andremal mehrseitig zerstreute (Populus, Pyrus), oder quirlförmige (Casuarina). Mit zunehmendem Alter wird indessen die ursprüngliche Stellung der Zweige verändert, indem bei jeder neuen Vegetationsperiode Verrückungen in Folge ungleichseitigen Wachsthums der auf einander folgenden Schichten stattfinden. (Vergl. §. 827—830.)

In den oben genannten Fällen sind alle Laubblätter zugleich Mutterblätter. Wo das nicht der Fall ist und nur eine bestimmte oder unbestimmte Zahl von Blättern zugleich Mutterblätter sind, da stimmt die Zweigstellung nicht immer mit der Blattstellung überein, z. B. bei den Nadelhölzern, mehreren neuholländischen Acacien und mehreren andern. Unter den Acacien gibt es Arten, welche am untern Stamme gefiederte Blätter entwickeln; diese sind meist Mutterblätter, aus deren Winkel sich Sprossen mit Kielblättern erzeugen, die erst späterhin secundäre Sprossen aus einzelnen unbestimmten Blattwinkeln hervorsenden. Am regelmässigsten ist in den berührten Fällen die Ordnung der Sprossen bei Thuja, welche bei vierzeiliger Blattstellung zweizeilige Sprossstellung besitzt, wodurch die schönen fiederförmigen Astbildungen hervorgerufen werden, welche gleichzeitig an die gefiederten Blätter erinnern.

§. 742.

Wie wir schon oben (§. 686.) gesehen haben, dass manche Blätter durch das Auswachsen ihrer Blattstiele zu Zweigen werden, so sehen wir auch manche Zweige nicht bloss in ihrer äussern Form, sondern auch dadurch den Blättern ähnlich werden, dass sie wie diese im Herbst abfallen. Dieser Fall ist zwar im Allgemeinen selten, aber er zeigt sich bei Taxodium distichum, wo alle diejenigen Zweige abfallen, deren Knospen nicht so weit ausgebildet sind, dass sie in der nächsten Vegetationsperiode sich zu Sprossen entwickeln können. (*Bouché*, „Bot. Zeit." 1848. p. 263.)

§. 743.

Endlich bietet auch die Richtung, die der Spross bei seiner Entwickelung nimmt, und der Winkel, den er mit der Axe des Muttersprosses bildet, eine grosse Verschiedenheit dar; ich erinnere hier nur an die schlanke Pyramide der italischen und an die weit abstehenden Zweige der Zitter-Pappel, an die hängenden schwankenden Zweigspitzen der Trauer-Weiden, -Eschen und -Birken und an die steifen Sprossen der Rosskastanien und der Eichen. (Ueber die Sprossbildung vergl. *A. Braun*, „Verjüngung in der Natur." p. 23.)

So ist demnach der Spross bei den Phanerogamen eines der wichtigsten Glieder, weil durch ihn nicht allein alle Verästelung und Verzweigung, sondern auch häufig die Fortpflanzung bedingt wird.

Zweiter Theil.

Von dem Blumenstock. (Caudex floralis.)

Siebentes Capitel.

Von der Gliederung des Blumenstocks im Allgemeinen.

§. 744.

Das Ziel jeder Sprossbildung ist bei den Pflanzen die Blüthe. Diese beginnt bei den Phanerogamen in der Regel an der Spitze eines dem Grundstocke angehörenden Stengelgliedes, welches zugleich Laub trägt oder nicht. Im ersten Falle steht der Blüthe an der Basis ein Blatt zur Seite, welches ihr Mutterblatt (folium florale) ist. Sie schliesst mit der Samenknospe. Der Blumenstock ist ein Spross, welcher alle zur Blüthe gehörenden Glieder in sich vereinigt. Er gehört immer einer ununterbrochenen Vegetationsperiode an. Diese fällt in den aussertropischen Gegenden einer oder mehreren bestimmten Jahreszeiten anheim und zwar vom Frühling an, längstens bis an das Ende des Herbstes (die Sommergewächse, die einheimischen Stauden, Sträucher und Bäume), oder vom Herbst den Winter hindurch bis zum Sommer (Colchicum autumnale). Diese letzte Erscheinung wird nur möglich durch die unterirdische Vegetation, welche in den Winter fällt. In tropischen und subtropischen Gegenden ist die Entwickelung des Blumensprosses nicht immer an die Jahreszeiten gebunden; auch dauert die Vegetationsperiode desselben oft über ein Jahr hinaus. Aber darin stimmen alle Phanerogamen überein, dass diejenigen ihrer Glieder, welche zu dem Blumenstock gehören, nur die Dauer Einer Vegetationsperiode haben. Hierdurch wird es möglich, die Grenzen zwischen Blumen- und Grund-Stock in allen den Fällen einigermassen genauer zu bestimmen, wo der Grundspross mehr als Eine Vegetationsperiode dauert.

§. 745.

Das Wesen der Blüthe besteht überhaupt in der Bildung von freiwerdenden Fortpflanzungszellen, welche sich von dem mütterlichen Organismus trennen. Bei den Kryptogamen heissen diese Zellen Sporen. Die Sporen entwickeln sich nach der Trennung selbständig, ohne Hülfe der Mutterpflanze. Bei den Phanerogamen heissen diese Zellen Pollen. Die Pollenzelle entwickelt sich nicht selbständig zu einer Phanerogamenpflanze, sondern sie ist nur die Veranlassung zur Entstehung derselben mit Hülfe einer zweiten Zelle, die wir schon als Keimsack kennen gelernt haben. Dieser Keimsack gehört aber einem andern Gliede der Phanerogamenblüthe an, als die Pollenzelle und seine Bildung ist eine verschiedene. Darum ist eine Phanerogamenblüthe mindestens zweigliederig. Das eine Glied ist das Pollenorgan, das zweite das Keimorgan. Beide Organe können zu Einer Blume vereinigt sein; dann heisst dieselbe eine Zwitterblume (flos hermaphroditus). Es kann aber auch jedes eine Blume für sich bilden, dann sind die Blüthen eingeschlechtig (flores diclini), und die einen heissen dann Pollenblüthen (flores polliniferi), die andern Keimblüthen [flores gemmuliferi] [48]).

§. 746.

Es ist nicht immer leicht zu entscheiden, was eine eingeschlechtige oder Zwitterblume ist. Denn es kommen Fälle vor, wo die eingeschlechtigen Blumen an derselben Axe und in so naher Aufeinanderfolge beisammen stehen, als die Pollen- und Keimorgane bei den Zwitterblumen, z. B. bei Arum, wo auf eine Anzahl von Keimorganen eine Anzahl von Pollenorganen an derselben Axe und in einer ununterbrochenen Gliederreihe folgt. Hier weiss man indessen durch die Vergleichung mit solchen verwandten Formen, welche unbezweifelte Zwitterblumen besitzen, dass jedes Keimorgan ein kleines Axensystem für sich bildet und dass die gemeinschaftliche Axe nicht die Axe der Blumen ist, sondern eines Stengels, an welchem die wahren Blumenaxen seitlich angefügt sind.

§. 747.

Einen der einfachsten Fälle von einer Zwitterblume bietet Hippuris dar. Hier entwickelt das Stengelglied an der innern Basis seines Laubblattes einen zweigliederigen Blüthenspross, wovon das eine Glied das Pollenorgan darstellt, während das andere das Keimorgan bildet. Aber es gibt auch Fälle, — und das sind die meisten — wo eine Blüthe aus mehr, oft aus einer sehr grossen An-

zahl von Gliedern besteht. Ja, es vereinigen sich wieder mehrere einzelne Blumensprosse zu einer Gruppe von Blumen und bilden so einen zusammengesetzten Blumenstock.

§. 748.

Die Glieder des Blumenstocks stimmen in so fern mit denen des Grundstocks überein, als auch bei ihnen jedes einzelne ein System von drei Abtheilungen bildet, wovon die obere das Blatt, die mittlere die Blattspur und die untere den ganzen innern Stengel oder einen Theil desselben bildet. Wir haben demnach auch hier Stengel und Blatt zu unterscheiden, wie dort. Aber die Stengel- und Blatt-Formen sind hier mehr oder weniger modificirt.

Ausser den wesentlichen Gliedern des Blumenstocks, d. i. den Pollen- und Keim-bildenden, kommen sehr häufig auch ausserwesentliche Glieder vor, welche, wie in ihrer Bedeutung, so meistens auch in ihrer Form, zwischen denen des Grundstocks und den Pollen- und Keim-Gliedern die Mitte halten. Wir können diese Glieder als untergeordnete Stufen der Blumenbildung ansehen und sie mit dem Gesammtausdruck der Uebergangsformation bezeichnen. Sie bilden auch in der That den unmittelbaren Uebergang des Grundstocks zur Blume.

§. 749.

Wir haben bei der Uebergangsformation wieder zwei, mehr oder weniger scharf geschiedene und oft sehr ungleich entwickelte Abtheilungen zu unterscheiden, wovon die eine dem Grundstocke, die andere den wesentlichen Blumengliedern benachbart ist. Jene erscheinen als Vorglieder, diese als Beiglieder der Blume.

Alle diese Glieder zeichnen sich durch ihre Blattbildung mehr oder weniger aus und wir nennen die Blätter, welche als Beiglieder der Blume erscheinen:

a) Blumenhüllblätter (phylla perianthii s. perigonii), wenn sie einen einfachen Blätterkreis bilden;

b) Kelchblätter (sepala, s. phylla calycis), wenn sie einem äussern,

c) Kronenblätter (petala s. phylla corollae), wenn sie einem innern Blätterkreise angehören.

Die Blätter der Vorglieder heissen Vorblätter (bracteae).

Die Blätter der wesentlichen Blumenglieder heissen Staubblätter (stamina), wenn sie Pollen-bildend sind; Fruchtblätter (carpophylla), wenn sie zu den Stengelgliedern der Blume gehören, welche die Samenknospe erzeugen.

Ausserdem werden bisweilen noch Zwischenformen eingeschoben, z. B. die Nebenkronenblätter (parapetala), zwischen den Kronenblättern und Staubblättern; die Nebenstaubblätter (staminodia), vor oder nach den Staubblättern auftretend.

Alle diese genannten Glieder setzen den Blumenstock zusammen. Die Vorglieder desselben bilden mit ihren Vorblättern den untern Blumenstengel, gleichsam die Vorblüthe, die Bluste; die Beiglieder und wesentlichen Glieder bilden dagegen die Blume.

§. 750.

Es ist selten, dass in einem Blumenstock alle oben genannten Glieder vorhanden sind. Es können daher die untern oder Blustenglieder, die mittlern oder Blumenhüllglieder, oder die obern Blumenglieder fehlen. Im letztern Falle, welcher beim Schneeball und der Kornblume vorkommt, nennt man die Blume geschlechtslos (flos neuter. Taf. 34. Fig. 15. a. b. c.). Fehlen aber auch noch die Blumenhüllblätter, dann sind nur kahle Stengelglieder vorhanden, z. B. beim Spargel (Taf. 28. Fig. 4. c.), bei Setaria. (Vergl. Dr. *H. Koch,* „Ueber die Involucra bei Cynosurus und Setaria“, in „Bot. Zeit.“ 1843. p. 253.)

§. 751.

Der Blumenstengel besteht aus der Vereinigung aller Stengelglieder des Blumenstocks, welcher nicht nur der Inbegriff dieser Stengelglieder, sondern auch ihrer Blätter ist. Wir unterscheiden jenen aber wieder in den Blustenstengel (pedunculus), den Blumenstiel (pedicellus) und den Blumenboden (receptaculum).

Der Blustenstengel besteht aus denjenigen Stengelgliedern, welche mit den Vorblättern (Blustenblättern) endigen; der Blumenstiel endigt in den Blumenhüllblättern; der Blumenboden endigt in den Staub- und Fruchtblättern. (Vergl. Taf. 32. 33. 34.)

Achtes Capitel.

Von dem Verhältniss des Blumenstocks zum Grundstock.

§. 752.

Der Blumenstock ist die unmittelbare Fortsetzung des Grundstocks. Dieser eröffnet die einer Pflanze zukommenden Formationsreihen, jener beschliesst sie.

Darum ist ein Blumenstock immer terminal auf einem Endgliede eines Grundstocks oder Grundsprosses.

Dieser terminale Standpunkt ist entweder bleibend oder er wird in der Folge durch neu hinzutretende Gipfelglieder mehr oder weniger verschoben und in einen lateralen umgeändert.

Wo die ganze Pflanze oder der Grundspross nur Eine Blume entwickelt, da ist dieselbe stets bleibend am Ende desselben (Myosurus, Paeonia [Taf. 32. Fig. 8.], Ficaria, Nigella, Adonis, Clematis integrifolia). Dasselbe gilt auch von dem mehrblüthigen Blumenstock, wenn er allein an einem Grundstock oder Grundspross erscheint. Aber die einzelnen Blumen desselben sind nur so lange terminal, als sie nicht von den nachfolgenden zur Seite gedrängt werden.

§. 753.

Wir haben oben den Blumenstock als die unmittelbare Fortsetzung des Grundstocks betrachtet. Es gibt indessen auch Fälle, wo gar kein Grundstock vorhanden ist, indem die ganze Pflanze eine einzige Blume ohne Blustenstengel — bei den merkwürdigen Rafflesiaceen — oder mit Blustenstengel — bei den Cytineen — darstellt. Denn die Schuppenblätter, welche bei den letztern vorkommen, sind sicher nur als Vorblätter zu deuten. Bei diesen Pflanzen haben wir das merkwürdige Beispiel, dass auch ein Blumenstock Wurzeln schlägt. Aber ein phanerogamischer Blumenstock kann sich nicht von den rohen Säften der Erde nähren; er bedarf vielmehr des schon organisch belebten Saftes, welcher in den Zellen enthalten ist. Darum wächst auch der Blumenstock immer auf dem Grundstock, und wo kein eigner Grundstock vorhanden ist, da entwickelt sich der Blumenspross auf dem Grundstock einer fremden Nährpflanze, die seine Amme wird. Solche bloss aus einem Blumenstock bestehenden Pflanzen sind daher immer Parasiten. Unzweifelhaft besitzen auch unsere Monotropeen und Oro-

bancheen keinen Grundstock, sondern nur einen Blumenstock, dessen sämmtliche untere Blätter Vorblätter sind, in deren Winkel sich keine Blumenknospen entwickeln (§. 842.).

§. 754.

Nach diesen Thatsachen steht es fest, dass wir einstockige und zweistockige Phanerogamen unterscheiden können. Der grösste Theil der Parasiten gehört den einstockigen Phanerogamen zu.

Bei zweistockigen Pflanzen geht dem Blumenstock ein Grundstock voran, dessen Gliederzahl gering (Gagea) oder gross sein kann. Bei Pflanzen mit einer kurzen Vegetationsperiode (Anagallis, Lepidium sativum) ist dieselbe immer gering, und der Grundstock ist auch nur aus Formatiónsgliedern gebildet. Beide Stöcke bilden sich hier in einer kurzen Vegetationsperiode aus.

Bei solchen mit langer und ununterbrochener, so wie mit mehreren durch Winter unterbrochenen Vegetationsperioden, deren Grundstock aus Generationsgliedern, welche zugleich Formationsglieder sind, sich bildet, geht dem Blumenstock eine sehr grosse Gliederzahl voraus.

Agave americana, deren Grundstock nur Eine ununterbrochene Vegetationsperiode hat, bedarf 50—100 Jahre, ehe sie ihren Blumenstock entwickelt. Der Rebstock bedarf fünf bis sechs Vegetationsperioden, ehe er einen Blumenstock trägt; die Linde aber wohl dreissig.

§. 755.

Der Uebergang vom Grundstock zum Blumenstock geschieht entweder allmälig (Linum, Papaver Rhoeas), oder plötzlich (Berberis, Gramineae, Viola). Dabei fliessen die verschiedenen Stengelarten entweder in einander, so dass man keine Grenze zwischen ihnen auffinden kann, oder sie sind durch ein Gelenk von einander getrennt. Jenes ist gewöhnlich bei kraut- und staudenartigen Gewächsen der Fall, dieses bei Bäumen und Sträuchern (Taf. 32. Fig. 2. b. c. — Fig. 5. a.).

§. 756.

Das Glied des Grundstocks, welches unmittelbar den Blumenstock entwickelt und nährt, ist sein Mutterglied, sein Blatt das Mutterblatt des Blumenstengels.

Das Mutterblatt, das wir zum Unterschiede von andern Mutterblättern Gipfelblatt (folium florale) nennen wollen, ist immer ein Laubblatt (Taf. 26. Fig. 3. c.). Diese Laubblätter unterschei-

den sich von den vorhergehenden oft gar nicht (Anagallis, Leguminosae, Alsine media, Tropaeolum majus, Convolvulus, Hippuris); in andern Fällen werden dieselben in den auf einander folgenden Gliedern kleiner (Clarkea pulchella, Agrimonia [Taf. 32. Fig. 9. a.], Linum, Lychnis, Hypericum, Campanula rapunculoides), mitunter bis zum völligen Verschwinden (Alchemilla vulgaris).

Was nun ihre Stellung betrifft, so ist sie entweder ganz dieselbe, welche die andern Laubblätter an demselben Stengel einnehmen (Anagallis, Viola tricolor, Caryophylleae), oder sie weicht ab. Im letztern Falle lösen sich die Quirle oder Blattgürtel in eine zerstreute Stellung auf (Impatiens Roylei, Lysimachia vulgaris), oder die vorher zerstreuten Laubblätter drängen sich als Gipfelblätter in einen Quirl zusammen, den man als Gipfelhülle (involucrum florale) bezeichnen kann (Euphorbia). Denjenigen Theil des Laubstengels, welcher Gipfelblätter trägt, kann man Gipfelstengel (coryphium) nennen. Er ist in vielen Fällen leicht daran zu erkennen, dass er nach der Fruchtreife stehen bleibt, während der (eingelenkte) Blumenstengel abfällt, oder (der nicht eingelenkte) vertrocknet.

§. 757.

Die Blumenstellung wird nicht durch den Blumenstengel allein, sondern auch mit durch den Gipfelstengel bedingt. Daher müssen wir eine doppelte Stellung der Blumen unterscheiden, nämlich diejenige, welche durch die Gipfelblätter, und diejenige, welche durch die Vorblätter oder Bracteen bestimmt wird (Beispiele: Euphorbia, viele Compositae und Labiatae).

Die durch Gipfelblätter bestimmte Blumenstellung erstreckt sich auf einen einzelnen, oder eine Gruppe von Blumenstengeln.

§. 758.

Es gibt eingliederige und mehrgliederige Gipfelstengel. Einen eingliederigen Gipfelstengel hat z. B. Campanula pulla, wo nur ein Gipfelblatt und folglich auch nur ein Gipfelglied vorhanden ist, welches allein den Gipfelstengel bildet. Zweigliederige Gipfelstengel hat Anagallis arvensis, wo zwei Gipfelglieder mit einander zu einem Ganzen und in gleicher Höhe vereinigt sind, deren jedes in einen Blumenstengel endet. Diese Blumenstengel stehen im jüngsten Zustande gerade über jenen Gipfelgliedern und bilden deren gerade Fortsetzung; zugleich aber bildet sich zwischen beiden ein neuer und gleichartiger Gipfelstengel, welcher in Hinsicht des Volumens die Blumenstengel überholt, in gerader Richtung sich an den vo-

rigen Gipfelstengel anschliesst und dessen Blumenstengel zur Seite drängt, wodurch deren axilläre Stellung zum Stengelganzen entsteht. Dieses Stengelganze ist demnach kein einfacher Stengel, wie es den Anschein hat, sondern eine Kette von Gipfelstengeln oder Stengelspitzen, wie die Loden des Weinstocks. Diese Gipfelstengelketten entsprechen zugleich den verketteten Stengelbasen beim Spargel, den perennirenden Gräsern und vielen andern.

Solche verkettete Laubstengelspitzen bilden nun den Gipfelstand (subflorescentia), den wir von dem eigentlichen Blumenstande (inflorescentia), welcher durch die Stellung der Vorblätter bestimmt wird, unterscheiden müssen.

§. 759.

Man hat die Verkettung einfacher Basisstöcke ein Sympodium genannt, man kann daher die Verkettung von Gipfelstöcken ein Gipfelganzes (Syncoryphium) nennen. Der Ausdruck Gipfelstengel (coryphium) kann aber auch für den einfachen Gipfel, wie für die Gipfelkette oder Gipfelkrone (§. 538.) gelten.

Wir wollen einige der vorzüglichsten Formen und Zusammensetzungen des Gipfelstengels näher betrachten.

1) Der einfache Gipfelstengel (coryphium simplex). Er besteht aus einem einzigen Gipfelgliede des Laubstengels. Beispiele:
   a) Mit einfachem Blüthenstengel: Tulipa, Ranunculus nivalis, Adonis vernalis, Nigella damascena.
   b) mit zusammengesetztem obern Blüthenstengel: Bellis, Leontodon Taraxacum, Centaurea uniflora.
2) Der kopfförmige Gipfelstengel (coryphium s. syncoryphium capitatum). Er ist der gestauchte Gipfelstengel und bildet den Gegensatz zu dem gestauchten Bodenstengel (§. 733.), indem er aus gestauchten Gipfelgliedern besteht, die dicht zusammengedrängt stehen. Beispiele:
   a) mit einfachen Blüthenstengeln: Campanula capitata, C. glomerata, Cervicaria foliosa; Phyteuma Scheuchzeri, hemisphaericum, globulariaefolium; Callitriche (er geht hier bei der Fruchtreife durch Verlängerung der Stengelglieder in das Syncoryphium spicatum über).
   b) mit zusammengesetzten Blüthenstengeln: Thymus, Prunella.
3) Der ährenförmige Gipfelstengel (syncoryphium spicatum). Er besteht aus einer Kette von Gipfelgliedern, deren einfache oder zusammengesetzte Blustenstengel aus gestauchten Gliedern bestehen. Beispiele:

a) mit einfachen gestauchten Blüthenstengeln und Stielen: Isnardia palustris, Centunculus minimus, Lythrum Hyssopifolia, Phyteuma spicatum, scorzonerifolium.

b) mit gestauchtem Blustenstengel: Marrubium, Rumex. — Bei Marrubium sind die Gipfelblätter sehr entwickelt, bei Rumex nehmen sie in der Gliederfolge allmälig ab. Die verlängerten Stiele, welche man bei Rumex sieht, dürfen nicht irre machen; es sind Blumenstiele, keine Blustenstengel.

4) Der traubenförmige Gipfelstengel (syncoryphium racemosum) besteht aus verketteten Gipfelgliedern, deren einfache Blustenstengel aus verlängerten Gliedern bestehen. Beispiele:

a) mit einfachen verlängerten Blustenstengeln oder Blumenstielen: Digitalis, Campanula rapunculoides (mit abnehmenden Gipfelblättern), Veronica digitata, Vicia lutea, Genistae sp., Anagallis und Viola (mit stark entwickelten Gipfelblättern), Epilobium (meist mit abnehmenden Gipfelblättern).

b) mit zusammengesetzten Blüthen- und verlängerten Blustenstengeln: Trifolium, Lathyrus, Veronica chamaedrys u. s. w.

Bei den beiden letztgenannten Pflanzen trifft es sich, dass die Form des Gipfelstengels mit der des zusammengesetzten Blüthenstengels gleichartig ist, denn die einzelne Blüthe der Veronica digitata und der Vicia lutea ist hier durch eine Blumentraube vertreten. Dabei zeigt sich noch das Eigenthümliche, dass die Gipfelkette, wenigstens bei Veronica Chamaedrys, nachdem sie eine ihr angemessene Zahl Blumenstände erzeugt hat, wieder in einen gewöhnlichen Laubstengel übergeht, welcher überwintert, Adventivwurzeln schlägt und zu seiner Zeit wieder seine Gipfelglieder erzeugt. Es wechseln also hier in einer fast ununterbrochenen Kette laubige Gipfelstöcke mit Basisstöcken ab. Die blüthenlosen Gipelstöcke bei den Lathyrusarten, welche am Ende der Vegetationsperiode vorkommen, sind mehr das Resultat einer Verkümmerung, und nicht denen bei Veronica Chamaedrys zu vergleichen.

5) Der rispenförmige Gipfelstengel (syncoryphium paniculatum) ist aus verketteten Gipfelstöcken gebildet, deren Blustenstengel mehr oder weniger verlängert sind und sich verzweigen. Beispiele:

a) mit vereinzelten Blüthenstengeln: Thesii spp., Galium Mollugo, G. verum.

b) mit vereinigten obern Blüthenstengeln: Artemisia vulgaris, campestris, sacrorum.

6) Der doldenförmige Gipfelstengel (syncoryphium umbellatum) besteht aus mehreren gestauchten, oder in gleicher Höhe gestellten Gipfelstöcken, deren Blumen oder Blumenstände mehr oder weniger lange Stiele oder Blustenstengel haben. Beispiele: Cerasus, Euphorbia Cyparissias. Die Laubblätter bilden hier eine Gipfellaube oder Laubkrone (involucrum florale).
7) Der doldentraubige Gipfelstengel (syncoryphium corymbosum). Beispiele: Adonis aestivalis und autumnalis; Cinerariae spec.
8) Der doldenrispige Gipfelstengel (syncoryphium cymosum). Beispiele: Hypericum, Cerastium, Alsine media; Hieracium cymosum, Tanacetum, Achillea. (Hinsichtlich des Gipfelstengels der Solaneen vergl. §. 765. Die Doldentraube.)

§. 760.

Bei den Gipfelblättern kommt nicht selten der merkwürdige Fall vor, dass das Mutterblatt nicht an der Basis, sondern weiter oben am Blüthenstengel steht. Beispiele liefern die Solaneen (Datura, Solanum), Chrysosplenium, Thesium ebracteatum und mehrere andere. Man hat den Grund irrthümlich in einer theilweisen Verwachsung des Blattes oder des Blattstiels mit dem Blüthenstengel finden wollen. Davon kann aber so wenig die Rede sein als in allen andern Fällen, wo eine stark entwickelte Blattspur vorhanden ist. Die Ursache ist vielmehr die, dass sich die Blattspur ungewöhnlich lang entwickelt, wodurch das Blatt seine hohe Stellung am Blumenstengel bekommt. Uebrigens stellt sich dies Verhältniss erst im spätern Alter heraus. In der jugendlichen Anlage, wo der Blumenstiel und das Gipfelblatt noch sehr klein sind, sitzt das letztere an der Basis des erstern. Ein kurzes Hinaufrücken des Mutterblattes am Blumenstiele findet auch bei Anagallis arvensis Statt. (Vergl. §. 765. Die Doldentraube.)

Neuntes Capitel.

Von der Bluste. (Inflorescentia.)

§. 761.

Vorblätter. Die Bildungsverhältnisse des Blumenstocks sind in der Regel andere, als die des dazu gehörigen Grundstocks. Es spricht sich diese Verschiedenheit namentlich in den Blättern aus. Den laubigen Gipfelblättern schliessen sich die auf irgend eine Weise von den Laubblättern verschiedenen Vorblätter (prophylla, bracteae) an. Sie sind meist grün, selten anders gefärbt (Melampyrum arvense, nemorosum), oft sehr klein und einfach (Viola, Berberis), mitunter scheidenartig (Gladiolus, Iris), tutenförmig und ziemlich gross (Aroideae), schuppenförmig (die äussern Vorblätter bei Scirpus, ferner bei Orobanche), schlauchartig zusammengewachsen, gleichsam eine bauchige geschlossene Scheide bildend (bei Carex), sackförmig (Marcgraviaceae), fortwachsend und verholzend (Abietineae), oder saftig werdend (Bromelia Ananas) u. s. w. Bei ganz einfachen Blumenständen fehlen sie (Anagallis, Alsine media), mitunter auch bei zusammengesetzten (Cruciferae, Solanum nigrum). Sie werden im letzten Falle von der Blattspur vertreten, die man gewöhnlich von jedem Blumenstiele abwärts deutlich verfolgen kann. Eine grosse Blattspur hat das Blustenblatt der Linde.

Wenn ein Vorblatt vorhanden ist, so ist die Möglichkeit einer Verzweigung des Blumenstengels gegeben, denn in den Winkeln der Vorblätter entwickeln sich, wie in denen der Laubblätter, Knospen. Aber die daraus hervorgehenden Sprosse sind immer Blüthensprosse (Taf. 28. Fig. 2. a.). Darum erscheinen mitunter Blumenstengel mehrblüthig, welche in der Regel nur einblüthig sind (Anemone nemorosa, ranunculoides). Wo die Vorblätter fehlen, da sind gewöhnlich nur Blumenstiele vorhanden, welche unmittelbar aus dem Gipfelgliede des Laubstengels kommen; die Inflorescenz fehlt hier. In andern Fällen aber vervielfacht sich der Blustenstengel und da entstehen zusammengesetzte Blumenstengel, an welchen die Blusten- oder Vorblätter verschiedene Stellungen einnehmen. Man kann alsdann auch verschiedene Vorblätter nach ihrer Entwickelungsfolge unterscheiden.

In allen Fällen wo der Blustenstengel sich in mehrere radiale oder horizontale Glieder theilt, wie bei den Umbelliferen, oder wo

er aus gestauchten Gliedern gebildet wird, die sich mehr neben als über einander befinden (Compositae, Taf. 33. Fig. 1. a.), da drängen sich auch die Blustenblätter zu einer Blustenkrone oder Blustenhülle (involucrum bracteale) zusammen (ebend. Fig. b.). Diese Blätter zeichnen sich mitunter durch Zerspaltungen aus (Daucus). Wenn sich diese Hüllenbildung im zweiten Grade wiederholt, wie bei den Umbelliferen, da nennt man sie entweder besondere Hülle oder Hüllchen (involucrum partiale s. involucellum). Bei Erodium sind die einzelnen Blätter der Blustenhülle an der Basis verwachsen (involucrum gamophyllum); bei Allium vineale reisst die scariose Hülle, welche in der Jugend eine ringsum und an der Spitze geschlossene Scheide bildet, während der Entwickelung des Blumenstandes in eine obere und untere Hälfte aus einander; die untere theilt und zerschlitzt sich weiter, während die obere eine Zeit lang als Mütze oben aufsitzt, wie die Deckschuppen auf den jungen Sprossen von Picea vulgaris. Das Näpfchen (cupula) der Eicheln (Taf. 32. Fig. 6.), der Haselnüsse, Kastanien und Bucheln ist ebenfalls eine Blustenhülle, welche bis zur Fruchtreife fortwächst und entweder krautartig bleibt, wie bei der Haselnuss, oder verholzt; ihre einzelnen Blätter sind zum Theil verwachsen, sie decken sich bei der Eichel ziegeldachförmig; aber es nehmen hier noch Stengelglieder an der Bildung Theil.

Die Vorblätter sind in allen Fällen, wo sie verschiedenartige Knospen in ihren Achseln bergen, auch verschiedenartig gestaltet. So haben z. B. bei den Compositen die Aussenblätter der Blustenhülle, welche ohne Knospen sind, mitunter ein ganz laubartiges Ansehen (Georgina, Tragopogon), während die innern, welche Blumen in ihrem Winkel haben, viel kleiner, dünner, trockner, oft farblos, schuppenartig, oder auch haar- oder borstenförmig sind. Man hat diese innern Blustenblätter früher für etwas ganz Besonderes gehalten und Spreublättchen (paleae) genannt. Auch die Blustenblätter der Gräser werden verschiedenartig benannt, die gewöhnlichen Benennungen sind glumae für die Vorblätter erster Ordnung und paleae oder valvulae (inferior und superior) für die der zweiten Ordnung. Bei den Euphorbien sind ebenfalls mehrere Blustenordnungen vorhanden. Die Blusten der ersten Ordnung sind zweigliederig und besitzen zwei opponirte Vorblätter; sie wiederholen sich und bilden dichotomische Blustenketten; jede einzelne Bluste erzeugt aber eine terminale Secundärbluste, welche früher für eine Blume angesehen, von *Robert Brown* („Vermischte Schriften", I. p. 56.) aber als eine Vorhülle betrachtet wurde. Diese besteht, nach *Schleiden*, aus zehn verwachsenen Vorblättchen,

wovon die fünf innern mit den Spitzen einwärts gebogen sind, während die fünf äussern eine andere Gestalt besitzen und früher für Drüsenorgane gehalten wurden. Dieses Hüllchen hat die Form eines Bechers, dessen innere Seite mit noch kleinern Vorblättchen besetzt ist, aus deren Winkeln die sehr einfachen, aus einem einzigen Stengelglied bestehenden Pollenblumen sich erheben, welche in ihrer Spitze nur ein Staubblatt besitzen (Taf. 32. Fig. 1.). Die so vereinzelten Pollenblüthen umgeben die Keimblüthe, welche aus der Mitte der becherförmigen Hülle, ebenfalls mit einem Stielchen, hervorragt. In einigen wenigen Fällen ist an der Basis des Staubblattes und der Keimblüthe eine kleine Blumenhülle vorhanden.

§. 762.

Der Blustenstengel (pedunculus) bildet mit den Vorblättern die einfache Bluste. Die Bluste ist stets begrenzt, entweder durch die Blume, oder durch Blustenblätter (Cynosurus), oder durch ihre letzten blattlosen Stengelglieder (Setaria, Asparagus). Die zusammengesetzte Bluste entsteht durch eine Verbindung von einfachen Blustenstengeln. Man kann sie auch Blustenstock nennen. Der Blustenstock ist seiner Anlage nach immer unbegrenzt. Er ist aber in seinem Wachsthum erschöpflich. Er ist das Sympodium des Blumenstocks.

§. 763.

Der Blustenstock muss mindestens zweigliederig sein (Vicia angustifolia). Von da an aber kann sich auch seine Gliederzahl verschiedenartig vermehren. Einen kolossalen Blustenstock entwickelt Agave americana. Er erreicht eine Höhe von 16—20 Fuss und die ungeheure Rispe, welche mit ihren Tausenden von Blumen aus der Bodenlaube eines Stauchlings aufsteigt, gewährt schon von weitem einen imposanten Anblick. Die Strasse von Mola nach Neapel, wo diese ursprünglich südamerikanische Pflanze angepflanzt ist, bekommt dadurch einen wunderbaren Reiz. Aber die Agave wird noch übertroffen durch die riesenmässigen Fourcroya-Arten, wovon F. longaeva, aus dem Hochlande von Mexico, zuerst einen Grundstock von 40—50 Fuss Höhe und 12—18 Zoll Dicke, dann eine Gipfellaube mit 5—6 Fuss langen Blättern besitzt, aus deren Mitte sich eine 30—40 Fuss hohe Blumenrispe erhebt.

§. 764.

Wie sich überhaupt die Elemente einer gegliederten Form an einander legen, so auch hier. Es entstehen dadurch entweder

Ketten von Blustenstengeln, die sich vertical oder unter einem Winkel an einander reihen, oder Scheiben, durch seitliche Verbindungen; oder flache, eckige und drehrunde Mittelformen, je nachdem die verticale mit der horizontalen Anordnung zugleich auftritt. (Beispiele: die Aehrenspindel bei Plantago, die Blustenscheibe der Sonnenrose, der breite Blustenstengel von Celosia cristata.)

§. 765.

Jeder Blustenstengel entwickelt auch seinen Blumenstiel, welcher lang oder gestaucht sein kann. Da aber in der Verkettung sich nur gleiche Elemente verbinden, so erscheinen diese Blumenstiele (oder deren Blumen) bei verticaler Verkettung der Blustenglieder zur Seite geschoben, also lateral an der gemeinschaftlichen Blustenaxe, obschon terminal an seinem Blustengliede. Nur auf der Blustenscheibe stehen sie vertical (Taf. 33. Fig. 1. a.).

Wir wollen an einigen Beispielen die vorzüglichsten Formen des Blustenstocks betrachten.

1) Die Aehre (spica). Als Beispiel mag Scirpus dienen. Die Vorblätter sind schuppenartig, der Blustenstengel schliesst sich an seiner Basis unmittelbar an den Laubstengel an; er ist nicht eingelenkt und besteht aus mehreren neben einander liegenden und zu einem Kreise verbundenen Gliedern, die sich in der Höhe wiederholen. Die Glieder der untersten Gürtel sind sehr lang, die der folgenden gestaucht. Daher ist die Blumenähre dicht zusammengedrängt. Die Stiele der axillären Blumen sind ebenfalls gestaucht. Aehnlich ist es bei Plantago major und media. Den untersten langen Theil des Blustenstocks hat man hier und in ähnlichen Fällen Schaft (scapus) genannt. Die ältesten Glieder sind hier, wie überall, wo eine verticale Entwickelung stattfindet, die untern, darum blüht auch die reine einfache Blustenähre in der Regel von unten nach oben auf. Die Lage der Blumen wird durch die Drehung und senkrechte Hebung der auf einander folgenden Blustenglieder bewirkt.

Als untergeordnete Formen der Aehre sind anzusehen:

a) Der Kolben (spadix) wird mit Unrecht als ein besonderer Blumenstand unterschieden. Er kommt bei den Aroideen vor, wo die Hauptaxe, welche durch die Verbindung der Blustenglieder gebildet wird, besonders dick und fleischig wird und bisweilen in Gestalt einer Keule über die Blumen hinauswächst. Er ist sonst gar nicht von der gewöhnlichen Aehre verschieden.

b) Das Kätzchen (amentum, Taf. 32. Fig. 5. a.) bei den Weiden, Pappeln, Birken und andern Bäumen. Das Verhältniss ist ganz dasselbe wie bei der gewöhnlichen Aehre, aber der Blustenstock ist an seiner Basis an dem Gipfelgliede des Grundstocks eingelenkt und fällt nach der Fruchtreife ab. Das Kätzchen kommt nur an perennirenden Grundstöcken vor.

c) Der Zapfen (conus, Taf. 35. Fig. 10. Taf. 37. Fig. 1. 6.) ist ein Kätzchen, welches bei den Tannen, Fichten u. s. w. vorkommt. Die Blustenblätter sind an ihm bei den genannten Bäumen zuletzt holzig und werden alsdann von den blattartigen Carpellschuppen überragt.

2) Das Köpfchen (capitulum) ist eigentlich eine fast kugelartig entwickelte Aehre. Die auf das erste folgenden Blustenglieder erheben sich noch geringer, als bei der Aehre, wodurch eben die kugelförmige oder halbkugelartige Gestalt der Hauptaxe entsteht. Es kommt vor bei den Dipsaceen, wo die ersten Vorblätter keine Blüthen bergen und sich daher in eine Blustenhülle zusammendrängen. Bei seiner Bildung werden allerdings auch die Blumen an der Basis zuerst und die an seiner Spitze zuletzt angelegt. Das ganze Köpfchen ist aber zu Anfang von der Blustenhülle ganz eingeschlossen; wenn sich diese öffnet, so werden fast gleichzeitig die obern bis zu den in der Aequatoriallinie liegenden frei und können sich nun ebenfalls ungehindert entwickeln, während die unter der Aequatoriallinie befindlichen noch länger bedeckt bleiben und dadurch in der Entwickelung gehemmt werden; daher kommt es, dass das Köpfchen der Dipsaceen nicht von der Basis bis zur Spitze, sondern von der Aequatorialgegend nach unten und oben hin aufblüht. Aehnlich verhält es sich bei manchen Kleearten und andern Pflanzen.

3) Das Blüthenkörbchen (calathium, Taf. 33. Fig. 1.). Es wurde von *Linné* flos compositus genannt und kommt bei den sogenannten „Compositen" vor. Wesentlich ist es nicht von dem Köpfchen verschieden, indem auch hier die ersten Blustenblätter steril sind und eine Hülle um das Ganze bilden. Nur kommt hier sehr oft vor, dass die Blustenglieder in ziemlich gleichem Niveau neben einander stehen, wodurch es möglich wird, dass alle einzelnen Blüthen ihren ursprünglich terminalen Standpunkt auf ihrem Blustengliede behalten. Das Calathium hat also einen scheibenförmigen Blustenstock, welcher in gewissen Fällen aber auch convex, selbst kegelförmig (bei der Kamille) werden kann.

4) Der Blüthenkuchen (coenanthium s. hypanthodium) ist im Grunde auch nicht von dem vorigen Blustenstock verschieden.

Er kommt bei der Feige (Ficus) vor und zeichnet sich hier dadurch aus, dass die jüngern Glieder in der Längenentwickelung zurückbleiben, wodurch sie unter das Niveau der ältern zu stehen kommen. Dadurch entsteht eine ziemlich tiefe Höhle, in deren innerer Fläche die Blumen sitzen, die man von aussen nicht sehen kann, indem der Blustenstock oben nur eine kleine Oeffnung hat, die noch von kleinen Blustenblättern, welche eine Hülle bilden, verschlossen wird. Die Blustenblätter der innern Seite werden in der Regel nicht entwickelt. *Zuccarini* theilt („Gelehrte Anzeigen der bayer. Acad." XV. 304.) einen Fall mit, wo eine Feige sich zu einem mehr geöffneten coenanthium, wie bei Dorstenia, entwickelt hatte; hier waren auch die innern Blustenblätter ausgebildet und die einzelnen Blumen hatten Stielchen, die sich bisweilen dichotomisch verzweigten. Das Fleischigwerden des Blustenstocks kommt nicht nur hier bei der Feige, sondern auch beim capitulum und calathium vor. Ich erinnere hinsichtlich des letztern nur an die Artischoken.

5) Die Dolde (umbella). Der Blustenstock ist wie beim Blustenköpfchen, nur sind die darauf befindlichen Blumen an deutlichen Stielen, welche die Blumen in ziemlich gleicher Höhe neben einander stellen. Beispiele: Butomus umbellatus, Ornithogalum umbellatum. Die meisten Umbelliferen haben eine umbella umbellifera. Die Blustenhülle ist auch hier gewöhnlich vorhanden, fehlt aber auch mitunter.

6) Der Quirl (verticillus). Der Blustenstock besteht aus mehreren verticalen Gliedern, welche an ihren Gelenken in Quirl gestellte Blumen tragen. Beispiel: Sagittaria.

7) Die Traube (racemus) entwickelt sich wie die Aehre mit und ohne Blustenblätter, aber die Blumen besitzen deutliche Stiele. Beispiele: Leguminosae, Ribes rubrum, Berberis vulgaris, Convallaria majalis.

Die Doldentraube (corymbus) ist eine Traube, bei der das Verhältniss der Blumenstiele von der Art ist, dass die Blumen in ziemlich gleicher Höhe stehen, wie bei der Dolde. Beispiele: Die Cruciferen, wo der corymbus nach dem Verblühen durch Verlängerung der Blustenglieder in den racemus übergeht. Bei dem corymbus von Solanum stehen die Blumenstiele ziemlich einseitig und hängen herab. Diese eigenthümliche Anordnung der Stiele kommt daher, dass die Axen der folgenden Glieder gegen die der vorhergehenden eine immer kleinere Kreisdrehung machen. Die Divergenzwinkel der Stiele (als Blustenzweige) werden indessen mit der Entwickelung und bis zur Fruchtreife immer grösser. Eine

Eigenthümlichkeit hierbei zeigt sich noch in der verrückten Stellung der Traube an dem Laubstengel.

Um sich diese Stellung erklären zu können, muss man in die frühesten Anfänge der Zweigbildung zurückgehen, wie man sie jederzeit bei Solanum nigrum in den Spitzen der Pflanze findet, und damit die Zweigbildung und Stellung derselben zur Gipfelblume bei Datura vergleichen. Wenn man nun bei Solanum an die Stelle der Traube eine einzelne Blume setzt, so hat man ganz die Stellung des einfachen Blüthenstengels bei Datura. Es sind nämlich an einer zusammengehörenden Gipfellaube drei Glieder zu unterscheiden, deren horizontale Lage durch die Horizontalrichtung der Laubmutterblätter bezeichnet wird. Eins davon gehört dem Hauptgliede an, welches das ältere ist, die zwei andern sind als coätan zu betrachten; sie gehören dem Zweige an, wovon das ältere das Mutterblatt ist. Steht das ältere nach vorn, so stehen die beiden andern Blätter ziemlich seitwärts, links und rechts. Zwischen den beiden letztern steht der Blumenstengel. Dieser behält bei Datura auch ferner diese mittlere Stellung bei, indem die aus den beiden seitlichen Blättern kommenden Nebenzweige gleichmässig über ihn hinaus wachsen. Bei Solanum nigrum verändert sich aber Alles. Nur das ältere Mutterblatt bleibt scheinbar an seiner Stelle, der Blumenstengel aber verwächst an seiner Basis mit einem der beiden Seitenzweige und zwar abwechselnd in dem einen Paar mit dem linken, in dem folgenden mit dem rechten, in dem dritten wieder mit dem linken u. s. f. Derjenige Zweig, welcher nun mit dem Blumenstengel verwachsen ist, entwickelt sich jedesmal stärker, als der andere, er ist, wie *Schimper* sagt, der geförderte. Zugleich verwachsen aber auch in der Jugend die Blattbasen mit ihren Zweigen. Die Zweige wachsen aber auch noch unterhalb der Anheftepunkte der Blätter und des Blumenstengels und so kommt es, dass sowol jene, als dieser mit dem Zweige aus ihrem ursprünglichen Niveau in ein höheres versetzt werden, in ein um so höheres, je mehr der eine Zweig gefördert wird. Darum steht auch das Mutterblatt des geförderten Zweiges weit höher, als das des schwächern, denn obschon die Erhebung des mit geförderten Blattes über den Blumenstengel gleich ist der Erhebung des nicht geförderten über den Ursprung seines Zweiges, so ist dagegen die Verlängerung des geförderten Zweiges unterhalb des Anheftepunktes des Blumenstengels so bedeutend, dass sie jene Erhebung wohl um fünf bis sechs mal übertrifft; um so viel wird daher auch das Blatt des geförderten Zweiges höher gehoben, als das des zurückgebliebenen. Bald aber erscheint in dem Winkel

des ältern Mutterblattes auch noch ein accessorischer Spross, welcher als Nachkömmling seine centrale Stellung zwischen dem ältern Mutterblatt und den beiden Seitenzweigen beibehält. Endlich verdient noch besonders erwähnt zu werden, dass alle geförderten Zweige sich zu einer ununterbrochenen Kette verbinden, welche den scheinbaren Hauptstengel (Scheinaxe) darstellt, an welchem die nicht geförderten wie Nebenzweige erscheinen. Solanum ist daher eine Kette ungleichseitiger, Datura eine Kette gleichseitiger Gipfelpaare. Solche wiederholt dichotomische Verzweigung nennt *Schimper* ein Dichasium.

Von einem Hinaufwachsen des Mutterblattes an seinem jüngern Zweige, wie *Wydler* die Sache ansieht, kann demnach nicht die Rede sein. (Vergl. *Wydler,* Verzweigung der Solaneen. „Bot. Zeit." 1844. 689. Ein übrigens sehr empfehlenswerther Aufsatz, welcher noch mehrere hierher gehörige Fälle berührt.)

§. 766.

Alle bis jetzt betrachteten Formen des Blustenstocks lassen sich auf die centripetale Entstehung und Verbindung der Blustenglieder zurückführen. Keine von ihnen ist von der andern streng geschieden, alle können in einander übergehen und daher kommen oft Fälle vor, die man nicht mit Sicherheit zu den angegebenen Formen zählen kann, indem sie mit demselben Rechte der einen, wie der andern zufallen.

Diesen centripetalen Formen sind die centrifugalen entgegengesetzt. In ihrer einfachsten Gestalt erscheint die centrifugale Bluste als eine dreigliederige Trugdolde (cyma), deren Mittelglied das ältere ist, deren Seitenglieder aber als jüngere Zweige am ältern erscheinen. Man findet sie selten in dieser einfachen und reinen Form, mitunter aber bei den Labiaten, z. B. bei Ballota nigra.

Die zusammengesetzte Trugdolde (cyma composita) entsteht aus der einfachen, wenn die Seitenzweige auf dieselbe Weise sich verzweigen und dadurch zu Mittelgliedern einer Trugdolde zweiter Ordnung werden. Diese Verzweigungen können sich mehrfach wiederholen. Beispiele hierzu liefert die Gattung Spergula, wo das ältere Mittelglied nach dem Verblühen sich mit seinem an der Basis eingelenkten Blumenstiel herabneigt, während die Blustenglieder straff und in dichotomer Stellung bleiben. Solche Formen gehören zu den Dichasien von *Schimper.* Ein Dichasium mit steif aufrechten Blumenstielen, welches auch nicht so zerstreut, sondern sehr zusammengedrängt ist, hat Sedum Telephium.

Es können aber aus der Trugdolde noch andere Formen entstehen, indem von den drei Gliedern der einfachen Trugdolde eins oder zwei ihren Blumenstiel nebst Blume nicht entwickeln. Auf diese Weise wird sie auf die zwei- und eingliederige Trugdolde zurückgeführt. Als solche eingliederige Trugdolde, bei der die Seitenglieder unentwickelt geblieben, kann die einzelne Blume bei Dianthus deltoides betrachtet werden; eine zweigliederige Trugdolde, bei welcher das Mittelglied nicht entwickelt ist, besitzt Geranium pusillum. Man kann sie als gabelförmige Trugdolde (cyma bifurca) bezeichnen. Eine eingliederige Trugdolde, bei welcher das Mittel- und ein Seitenglied nicht entwickelt sind, hat Geranium sanguineum. Zwischen der cyma uniflora des Dianthus deltoides und des Geranium sanguineum ist also noch ein grosser Unterschied.

Eine cyma umbelliformis, mit einer verwachsenen Blustenhülle, hat Erodium.

Die eingliederigen Trugdolden, so wie die Bifurcationen können sich wiederholen, so dass verschiedenartige Compositionen daraus hervorgehen. So gehen bei Spergula die dreigliederigen Trugdolden zunächst in zweigliederige und zuletzt in eingliederige über. Die Reihe der letztern bekommt dadurch ein einseitig traubenförmiges Ansehen und man kann deshalb eine solche Form eine cyma racemosa nennen. Ein Gleiches findet sich bei sehr entwickelten Trugdolden bei Ballota nigra. Hieran schliesst sich der Gipfelstand der Boragineen, wie namentlich Myosotis sparsiflora und Anchusa officinalis beweisen, und *De Candolle* hat ganz Recht, wenn er den Ausdruck cyma hier anwendet. *Schleiden's* Einwürfe dagegen („Grundz.“ II. 237.) sind, wie er selbst sagt, auf „sehr unvollständige“ Untersuchungen gestützt.

Wo die Blumenstiele und der Blustenstengel gestaucht sind, da geht die Trugdolde in den Blüthenknäuel (glomerulus) über. Man findet ihn bei Mercurialis, Urtica, Chenopodium. Auch hier kommen zwei- und eingliederige Formen vor und eben solche Compositionen, wie bei der Trugdolde. Die eingliederigen Wiederholungen erzeugen Ketten, welche ährenförmig sind. Beispiele findet man bei den Sedeae.

Wo die Blumenstiele entwickelt sind, der zu Grunde liegende Blustenstengel aber gestaucht, da entsteht ein Blüthenbüschel (fasciculus). Beispiele: Thymus Acinos, Serpyllum, Rumex (?).

Wo der Blustenstengel entwickelt, die Blumenstiele aber gestaucht sind, da heisst der Blumenstand Spirre (anthela).

Eine weitere Behandlung der hierher gehörigen Inflorescenzen findet man §. 812.

§. 767.

Wir haben bei Betrachtung der Trugdolde gesehen, dass wir aus derselben auch solche Formen ableiten können, welche wir als Traube und Aehre unter den centripetalen Blumenständen abgehandelt haben. Die Ableitungen in den angeführten Fällen sind richtig, was wir daran sehen können, dass wir an ihren Verwandten die reine Trugdolde wirklich finden. In allen den Fällen aber, wo das nicht der Fall ist, scheint mir auch die Ableitung der centripetalen Formen aus der centrifugalen Grundform nicht gerechtfertigt.

Es sind nun noch zusammengesetzte Blustenstöcke vorhanden, von denen wir einige der wichtigsten betrachten wollen.

Die Rispe (panicula). Sie entsteht, wenn sich die Traube wiederholt, d. i. wenn die Blumenstiele der Traube sich wieder verzweigen. Beispiel: die sogenannte Weintraube. Die Rispe bei Syringa und Ligustrum hat man auch Strauss (thyrsus) genannt. Eine schöne grosse Rispenpyramide bildet Asparagus, dessen ganzer oberirdischer Stengel als Inflorescenz zu betrachten ist. Man findet hier bei $\frac{1}{3}$ Stellung, dass die Zweige links und rechts an der Basis eine Blume mit herabhangendem Stiel besitzen, aufwärts dagegen bringen sie nur grüne Büschel von Fadenbildungen hervor, die man als sterile Blumenstiele ansieht (Taf. 28. Fig. 4. c.). Die Vorblätter sind schuppenförmig. Bei den Gräsern ist eine doppelte Inflorescenz zu unterscheiden, nämlich eine allgemeine und besondere. Die letztere bildet immer zweizeilige Aehren, welche durch Verkümmerung auch einblüthig werden können. Die erstere ist in vielen Fällen eine Rispe. Der allgemeinen Inflorescenz fehlen in der Regel die Vorblätter, oder es ist nur das unterste bisweilen vorhanden. Meist aber ist statt derselben bloss ein unbedeutender Rand da. Jedes Inflorescenzglied theilt sich in zwei Hälften, wovon die eine aus einem Bündel secundärer Blustenzweige besteht, die andere aber sich als primäre Blustenaxe fortsetzt bis in die Spitze, wo sie mit einer Aehre endigt. Die Aehren haben immer Vorblätter. Die sich entsprechenden Blustenbündel und Glieder der primären Axen wechseln in ihrer Stellung ab, dadurch gleichen sich die Seiten aus. Wo die Bündel stehen, ist die Axenseite platt gedrückt oder vertieft. Die Hauptaxe wird dadurch umfassend, wie ein Blatt. Die grössern Zweige der Bündel verästeln sich wieder in ähnlicher Weise, die kleinern bleiben oft einfach. Die grössten Zweige sind in dem untersten Bündel. Die Bündel der Rispe setzen die zweizeilige abwechselnde Stellung der Laubblätter fort; diese Stellung wird nur durch die Ausbreitung der Bündel verwischt, sie

ist aber in der besondern Inflorescenz der Aehren wieder höchst ausgezeichnet. Ausführlicher sind diese Verhältnisse dargestellt von *Wydler* („*Naegeli*, Zeitschrift." III. 1.) und *Roeper* („Zur Flora Mecklenburgs." II.).

Eine aus Quirlen zusammengesetzte Rispe (panicula verticillata) hat Alisma Plantago. Die Quirle sind gewöhnlich drei- bis sechszählig. Drei davon sind stärker entwickelt, als die andern. In den Gipfelquirlen stehen gewöhnlich drei peripherische Glieder um ein Centralglied. Man kann diese Rispe auch als eine durchwachsene Dolde mit ungleich geförderten Zweigen ansehen, wozu man durch die Dolde von Alisma ranunculoides und natans berechtigt wird.

Die zusammengesetzte Dolde (umbella composita). Sie kann zusammengesetzt sein durch kleinere Dolden (umbellulae) und heisst dann eine doldentragende (umbella umbellifera), wozu die ausgezeichnetsten Beispiele die Familie der Umbelliferae liefert; oder sie ist zusammengesetzt aus Trugdolden (umbella cymifera) bei Viburnum und Euphorbia. Erodium hat eine Dolde, welche aus eingliederigen Cymen seitlicher Abkunft besteht.

Die zusammengesetzte Aehre (spica composita). Sie ist gewöhnlich aus secundären Aehren (spiculae) zusammengesetzt. Beispiele: Gladiolus, Triticum, Lolium, Hordeum.

§. 768.

Die Compositionen der Gipfelstände mit den Blüthenständen sind bis jetzt nur wenig beachtet. Die eine hat man als Blüthenschweif (anthurus) bezeichnet. Er besteht aus mehr oder weniger entwickelten sehr zahlreichen Trugdolden oder Knäueln, welche an einer langen Reihe von Gipfelgliedern, mit oder ohne entwickelte Gipfelblätter, stehen. Er findet sich bei den Polygoneen, Chenopodeen, Amarantheen, Labiaten, Lythrarien und zeigt selbst wieder Verschiedenheiten; so ist er rispenartig bei Chenopodium hybridum, ährenförmig bei Beta, traubenartig bei Cuphea u. s. w.

§. 769.

Hinsichtlich der Stellung der Vorblätter, welche durch die Drehung der Axe in den auf einander folgenden Gliedern bewirkt wird, kommen nicht nur alle schon bei der Stellung der Laubblätter (§. 688 fg.) berührten Fälle vor, sondern überhaupt die complicirtesten, die es nur geben kann.

Die $\frac{1}{2}$ Stellung finden wir bei Gladiolus und der Grasähre, $\frac{1}{3}$ in der primären Inflorescenz bei Carex vulpina, bei Alisma

Plantago, Sagittaria; $^{1}/_{6}$ bei Viburnum Opulus; $^{2}/_{5}$ in den schuppigen secundären Vorblättern der Cyperaceen, der Anthela der Juncaceen; $^{3}/_{8}$ bei Orchis bifolia, Listera ovata, Scirpus lacustris; $^{5}/_{13}$ bei Hemerocallis coerulea, Scirpus setaceus, Carex pallescens; $^{8}/_{21}$ bei Plantago major und lanceolata, am Kätzchen des Wallnussbaums, bei Orchis militaris; $^{13}/_{34}$ bei Eriophorum vaginatum, Ornithogalum pyrenaicum, Plantago media, Zapfen von verschiedenen Pinus-Arten; $^{21}/_{55}$ bei Pinus Abies; $^{55}/_{144}$ bei Serratula cynaroides. (Vergl. *A. Braun*, „Ordnung der Schuppen an den Tannenzapfen.")

Zehntes Capitel.

Von der Blume. (Flos.)

Taf. 32—38.

§. 770.

Was das Wesen der Blüthe ist und wie dieselbe in verschiedenartige Glieder zerfällt, haben wir bereits im siebenten Capitel erörtert. Hier ist nur noch zu erwähnen, dass derjenige Theil des Blumenstocks, welcher die Blume im engern Sinne bildet, sich von der Bluste hauptsächlich dadurch unterscheidet, dass alle Glieder der wahren Blume sich niemals centrifugal, sondern centripetal entwickeln. Daher die jüngern Glieder hier immer nach der Mitte zu stehen und die ältern nach aussen. So wie ein Glied sich nach aussen hervorschiebt, gehört es auch nicht mehr der Blume an, sondern der Bluste. Daher gehört die concentrische Ordnung der Glieder in der Blume zu dem Wesen derselben und diese Ordnung ist auch da vorhanden, wo die folgenden Glieder sich über oder unter das Niveau der vorausgegangenen stellen.

§. 771.

Die Blume besteht in den meisten Fällen aus wesentlichen und Beigliedern (§. 749.). Die Beiglieder gehen den wesentlichen voraus, sie sind die Erzeuger derselben und gewähren ihnen Schutz bis zu ihrer Ausbildung. Sie hüllen die wesentlichen Glieder unmittelbar ein. Das Einhüllen geschieht aber vorzugsweise durch das Blatt. Jede Blattart ist übrigens geeignet als Blumenhülle aufzutreten und wo dem Blumenstengel die Uebergangsformationen (§. 748.)

fehlen, da ist das Laubblatt die Blumenhülle, z. B. bei Hippuris; in andern Fällen ist es ein Vorblatt der Bluste, z. B. bei Lemna, Euphorbia. Weil aber diese Blätter nicht dem engern Blumenstock, sondern seinen Vorgliedern oder dem Grundstock angehören, so gehören sie der engern Blume auch gar nicht zu. Denn sie sind nicht der Form, sondern nur der Function nach als Blumenhüllen zu betrachten. Die Blumenhülle im engern Sinne ist dagegen nicht bloss durch ihr physiologisches Verhältniss, sondern auch durch ihre Form von jenen Blumenhüllen verschieden.

§. 772.

Blätter der Blumenhülle. In vielen Fällen kommt es vor, dass die Blätter der Blumenhülle kleiner sind, als die unmittelbar vorhergehenden Blätter. Beispiele liefern die Umbelliferen, die Gräser. Diese Familien, so wie die Dipsaceen, Compositen und andere liefern zugleich den Beweis, dass die Pflanzen mit sehr zusammengesetztem und vielgliederigem Blustenstengel in der Regel sehr kleine Blumen haben. Wo dagegen die Bluste einfach ist, da finden sich auch oft Blumen mit schönen grossen Blumenhüllen, z. B. Tulipa, Nymphaea, Papaver, Victoria. Auf sehr kleine Vorblätter finden sich grössere Blumenhüllblätter bei Convolvulus, Viola, Aconitum, den Leguminosen, Labiaten. Endlich gibt es auch Fälle, wo das Grössenverhältniss zwischen diesen verschiedenen Blättern ziemlich gleich ist, z. B. bei Spergula, Cerastium, Helleborus foetidus. Namentlich gibt es zahlreiche Fälle, wo ein allmäliger Uebergang von Gipfel- und Vorblättern in Kelchblätter stattfindet. In der Grösse der Blumenhüllblätter herrscht daher eine grosse Mannigfaltigkeit. Dasselbe gilt auch von der Form und Substanz, noch mehr aber von der Farbe.

Was die Form betrifft, so erscheinen sie wie die meisten Blätter flach, dann auch haarförmig (Scirpus, Compositae. Taf. 33. Fig. 1. d.), seltener dick und fleischig (Morus, Blitum). Häufiger, als bei andern Blattarten, sind hier sack- und schlauchartige Formen, z. B. bei Aquilegia, Aconitum, Delphinium, Helleborus, Viola, Teucrium, Biscutella, Impatiens. Gliederungen sind dagegen selten. Die Stielbildung fehlt meist, nur bei Dianthus, Silene (Taf. 34. Fig. 6. 7. a.) und deren Verwandten zeigen die Blumenblätter einen Stiel, den man Nagel (unguis) genannt hat. Gefiederte Kelchblätter kommen bei der Rose vor, Franzen und Wimpern bei Tropaeolum, Gentiana ciliata, Dianthus plumosus. Ligularbildungen zeigen sich bei Mesembrianthemum, Silene (ebendas. Fig. b.), Swertia, Ranunculus; diesen schliessen sich die auf der Oberfläche vorkommenden

Bartbildungen bei den Schwertlilien, den Veilchen, dem Bitterklee (Menyanthes) an. Stipularbildungen sind sehr selten, z. B. an den Kelchblättern bei Peganum und mitunter bei Fragaria.

Die Substanz und Form ist öfters noch wie die der Laubblätter (Paris, Urtica, Kelch von Gentiana, Paeonia, Taf. 32. Fig 8. b. c.; Papaver), oft aber zarter (bei den meisten Kronblättern), seltener trocken und spelzenartig (Juncaceen). Die eingelenkten Blumenhüllblätter fallen mitunter schon während der Oeffnung der Blumenknospe ab (die Kelchblätter bei den Papaveraceen), andere erst kürzere oder längere Zeit nachher (Kronblätter der Labiaten, Umbellaten, Papilionaceen, Rosaceen, Kelch- und Kronblätter der Cruciferae); die nicht eingelenkten verwelken und verwittern auf ihrem Blumenboden (Campanulaceen, Irideen), oder bleiben unverändert bis zur Fruchtreife (Juncus, Asparagus, Haarkelch der Compositen, Kelch mehrerer Solaneen), oder wachsen bis zur Fruchtreife noch fort und werden saftig (Morus, Blitum), oder trocken (Chenopodium, Physalis, Calluna), sogar holzig (Xylopia).

Hinsichtlich der Farben übertreffen die Blätter der Blumenhülle alle übrigen Pflanzenorgane. Zwar werden auch hier nicht selten noch grüne Blätter, namentlich beim Kelch und bei der einfachen Blumenhülle angetroffen, aber in den meisten Fällen zeichnen sie sich durch andere Farben aus, welche in Verbindung mit einer zarten Structur der Blattsubstanz durch ihre Pracht die Schönheit der Blume ungemein erhöhen und der letztern dadurch in ästhetischer Beziehung den ersten Rang ertheilen.

§. 773.

Kelch und Blumenkrone (calyx, corolla). Obschon man den Kelch als die äussere und die Blumenkrone als die innere Blumenhülle für diejenigen Fälle bestimmt, wo die Blumenhülle zwiefach vorhanden ist, so erlaubt man sich doch häufig auch Abweichungen von dieser Regel. So unterscheiden z. B. manche Botaniker bei den Monocotyledonen gar nicht Kelch und Krone, sondern nehmen hier bloss, wenn mehrere Kreise vorhanden sind, einen äussern und innern, oder einen ersten, zweiten u. s. w. an und nennen die Summe dieser Kreise Perigon. Bei den Dicotyledonen werden dagegen nicht bloss, wenn zwei oder mehr Kreise vorhanden sind, Kelch und Krone unterschieden, sondern selbst mitunter da, wo nur ein Kreis entwickelt ist, indem man alsdann zu bestimmen sucht, ob dieser Kreis der Kelch- oder der Kronenbildung angehöre. Es herrscht also unter den Autoren keine Ein-

heit in der Bestimmung dieser beiden Organe. Nehmen wir zum Theilungsgrund die äussere und innere Stellung, so müssen wir auch in allen Fällen Kelch und Krone unterscheiden, wo ein äusserer und innerer Kreis von Blumenhüllblättern vorhanden ist. Wir finden dann, dass die Tulpen, Schwertlilien und Lilien drei Kelch- und drei Blumenblätter haben, während man ihnen gewöhnlich ein sechsgliederiges Perigon zuschreibt. Bei der Lilie und der Tulpe sind nun diese sechs Blätter allerdings weder in Form noch Farbe sehr unterschieden, und auch bei Iris, wo der innere Kreis sich vor dem äussern auffallend durch die Form unterscheidet, hat dennoch auch der äussere die Substanz und Farbe einer Blumenkrone. Dagegen hat bei Alisma der äussere dreigliederige Kreis in jeder Beziehung den Charakter eines Kelches und der innere den einer Blumenkrone.

Gewöhnlich hat der Kelch eine grüne, die Blumenkrone aber eine andere Farbe. Jener schliesst sich in Farbe und Substanz mehr den vorausgegangenen Laub- und Deckblättern an, diese dagegen hat mehr Eigenthümliches, Zartes, Vergängliches. Daher kommt es auch, dass häufig der Kelch noch bis zur Fruchtreife bleibt, während die Krone gleich nach dem Verblühen dahinschwindet. Doch kommen aber auch Fälle vor, wo der Kelch einen fast ganz corollinischen Charakter annimmt (Ranunculus, Aquilegia, Impatiens, Delphinium, Aconitum). Eben so kommt die Blumenkrone bisweilen grün gefärbt vor und wird dadurch dem Kelche ähnlich (Rhamnus, Ribes alpinum, Vitis vinifera). Bisweilen sind Kelch und Krone ziemlich gleich gross (Spergula, Alsine, Veronica opaca), in der Regel aber ist der Kelch kleiner als die Blumenkrone, ja mitunter verschwindend klein bei den Umbelliferen und Galien; selten ist er grösser (Cerastium brachypetalum, Agrostema Githago, Trifolium arvense, Fuchsia, Comarum).

Der aus haarähnlichen Blättern bestehende Kelch der Compositen wird Haarkelch (pappus) genannt (Taf. 33. Fig. 1. d.).

Die einzelnen Kelchblätter sowol, als die Kronenblätter einer Blume, selbst eines Kreises, weichen nicht selten in der Gestalt und Grösse, wie auch in der Färbung und Zeichnung von einander ab. Gewöhnlich sind die innern (spätern) Blätter grösser, und die Grössenzunahme ist dabei entweder allmälig (Camellia japonica, Cacteae), oder plötzlich (Kelch bei Polygala, Rumex). In vielen Fällen wird durch die Abweichungen in der Bildung der einzelnen Blätter die sogenannte unregelmässige Blume (flos irregularis) hervorgerufen. Beispiele davon liefern Impatiens, Viola, Aconitum, die Papilionaceen (Taf. 34. Fig. 11—13.), Labiaten

(Taf. 35. Fig. 1. 2.). Mitunter ist diese Unregelmässigkeit nur local und sie gleicht sich dann wieder durch die Inflorescenz aus, z. B. bei den Umbelliferen (Taf. 34. Fig. 10.), den Dipsaceen, Compositen.

Merkwürdig ist auch noch, dass nicht selten die Blumen mit getrennten Geschlechtern verschiedene Hüllen und selbst verschiedene Inflorescenzen bei den Keim- und bei den Pollenblumen haben, wozu der Hopfen und der Mais sehr auffallende und interessante Beispiele liefern.

§. 774.

Staubblätter (stamina, Taf. 35.). Das System der Staubblätter schliesst sich hinsichtlich seiner Entwickelung und Bildung enger an das der Blumenhülle, als an das der Keimblüthe. Zwar fehlt es nicht an Beispielen, wo der Uebergang der Hülle zu den Staubblättern ein plötzlicher ist, wie z. B. bei den Gräsern, wo die Staubfäden die sehr kleine Hülle weit überragen, und bei Adonis vernalis oder Papaver somniferum, wo die Staubfäden kleiner als die Blumenblätter sind; aber wo eine grössere Anzahl von Blumenblättern vorhanden ist, wie z. B. bei Nymphaea alba, da werden die spätern allmälig kleiner und gehen fast unmerklich in die Staubblätter über, und bei regelwidriger Blumenbildung findet man fast immer an der Stelle, wo bei regelrechter Bildung Staubblätter vorhanden sein würden, Blumenblätter, wodurch die so genannten gefüllten Blumen entstehen, während das Auftreten von Staubblättern an Stelle der Fruchtblätter, so wie das umgekehrte Verhältniss, zu den Seltenheiten gehört [49]). Dagegen ist es nicht selten, dass man Laubblätter anstatt der Fruchtblätter auftreten sieht (z. B. bei den gefüllten Blumen der Weichselkirsche, bei Rosen); ein Beweis, dass hier ein tieferes Zurückgreifen stattfindet, als bei dem Pollensystem, weshalb auch das Keimsystem der Blume als ein zu dem Grundstock niedersteigendes betrachtet werden muss, indem es in der That durch seine Knospenbildung die Brücke zu dem System des Grundstocks abgibt. Dadurch aber stellt sich das Pollensystem auf der morphologischen Stufenleiter als das Höchste heraus.

Diese hohe Bedeutung des Pollensystems zeigt sich aber in der Regel nicht in der Vergrösserung, sondern in der Verkleinerung des relativen Volumens, daher auch im Durchschnitt die Staubblätter den vorangehenden Blättern der Blume in der Grösse nachstehen; auch zeigt sich oft eine Grössenabnahme bei den auf einander folgenden Staubblättern in den Blumen selbst. Diese treffen

wir nicht bloss in den sehr bekannten Familien der Labiaten, Personaten und Cruciferen, sondern auch oft in denjenigen Fällen an, wo mehrere Staubblattkreise vorhanden sind. Man vergleiche nur die Blumen von Daphne Mezereum, Crataegus und Lythrum.

§. 775.

Betrachten wir nun das Staubblatt weiter, so zeigt es sich, dass bei demselben Erscheinungen wiederkehren, welche wir schon bei den Kryptogamen in den Sporenorganen kennen gelernt haben. Sie schliessen sich nicht bloss morphologisch, sondern auch physiologisch an dieselben an.

Wie ein Sporenblatt dadurch charakterisirt ist, dass sich aus den Zellen seines Gewebes lose Sporenzellen entwickeln, so ist ein Pollen- oder Staubblatt dadurch charakterisirt, dass sich Pollenzellen aus seinem Zellengewebe erzeugen. Dabei aber finden wir, dass nur gewisse Zellengruppen in dem Gewebe eines solchen Blattes die Eigenschaft, Pollen zu bilden, besitzen und dass diese Gruppen sich, je nach den Pflanzen, an bestimmten Stellen eines Blattes befinden. Diese Zellengruppen finden sich in dem innern Blattgewebe, und da, wo die Veränderung vor sich geht, ist immer ein mehr oder weniger abgeschlossener Zellenbildungsherd, welcher von den unveränderten Zellengewebstheilen des Blattes begrenzt wird (§. 902.). Durch die Pollenbildung wird die Zellenmasse vermehrt, und daher kommt es, dass die Blattfläche an diesen Stellen nach aussen aufgetrieben wird. Hat diese Auftreibung ihren höchsten Grad erreicht, so tritt der Pollen heraus und wird nun zerstreut. Der Raum, welchen derselbe in dem Blatt eingenommen hat, heisst ein Pollenfach (loculamentum, Taf. 35. Fig. 13. a. — Fig. 17. a.) und das Blatt, so weit es Pollenfächer erzeugt, Staubbeutel (anthera, Taf. 35. Fig. 16. b.). Die Anthere entspricht in den meisten Fällen der Blattspreite. Wo also dem Staubblatt der Stiel fehlt, da ist es ganz Anthere.

§. 776.

Die Staubblätter von Cycas und Zamia (Taf. 37. Fig. 18—19.) bilden eine holzige Schuppe, welche, wie das Blatt eines Farns, auf ihrer Rückseite eine sehr grosse Menge hervorragender und kugelförmiger Antherenfächer erzeugt, die mehr oder weniger dicht beisammen stehen. Auch bei Cupressus, Juniperus und Thuja sind die Staubblätter schuppenförmig und an ihrer Rückseite mit drei, vier bis zwölf kugelförmig hervortretenden Antherenfächern versehen. Bei Taxus sind sie dagegen schildförmig und die Antherenfächer

befinden sich unterhalb der schildförmigen Ausbreitung, zu sieben bis acht im Kreise gestellt. Bei Pinus, welche Gattung ebenfalls schuppenartige Staubblätter besitzt, sind zwei Antherenfächer vorhanden (Taf. 35. Fig. 12. 13. a. a.). Bei Araucaria, wo flach gedrückte und in eine kegelförmige Spitze auslaufende Staubblätter vorhanden sind, bilden sich dagegen, wie bei Taxus, sechs bis acht Antherenfächer aus. In allen diesen Fällen nimmt das Pollenblatt noch einen niedern Standpunkt ein, es ist schuppenartig oder schildförmig und nicht, wie ein höher entwickeltes, deutlich mit Spreite und Stiel versehen. Ja, man möchte zweifelhaft werden, ob das Glied, was wir bei den oben genannten Pflanzen als Staubblatt bezeichnet haben, auch wirklich ein Blatt ist; denn man kann durch die eigenthümlichen und abweichenden Formen in der That versucht werden, das Organ, welches den Pollen erzeugt, auch für eine Blattspur anzusehen. Auch sind wirklich mehrere Botaniker der Meinung, dass das Antherenorgan der Coniferen und Cycadeen der Stengelbildung angehöre [50]).

§. 777.

Bei den übrigen Phanerogamen ist die Blattnatur des Stauborgans entschieden. Wir unterscheiden hier deutlich einen Spreitentheil (Staubbeutel) und Stieltheil (Staubfaden, filamentum) und finden noch weitere Erscheinungen, welche denen bei Laubblättern sehr ähnlich sind (Taf. 35. Fig. 16. 17.). Antherenfächer sind hier in der Regel vier vorhanden, welche beide Seiten (die obere und untere, oder innere und äussere) der beiden Spreitenränder (des rechten und linken) einnehmen. Je zwei und zwei Fächer stehen also gewöhnlich am Rande beisammen und sind durch den Mitteltheil des Blattes getrennt (Fig. 17. cc. cc.). Dieser Mitteltheil, welcher in gewissen Fällen dem Blattnerv entspricht, wird das Mittelband (connectivum, Fig. 17. b.) genannt. Die beiden Blattränder erzeugen in Folge der Anschwellung und Hebung der Pollensäcke (wie man die Fächer mit ihrem Inhalte nennt) eine Einsenkung zwischen dem hintern und vordern Fache, welche man Längsfurche (rima v. sulcus longitudinalis, Fig. 17. zwischen c. c.) nennt. Die Form der Pollensäcke oder Antherenfächer richtet sich also (gewöhnlich) nach der Form des Spreitenrandes, darum sind dieselben lang (bei der Tulpe [Fig. 16. b.], den Gräsern) oder kurz (Chenopodeae), gerade, oder, wie der Spreitenrand, verschiedenartig gelappt und gekrümmt (Cucurbitaceae). In jener Längsfurche befindet sich die äussere Grenze der Scheidewand (septum), welche sich mit dem Connectiv kreuzt. In gewissen

Fällen wird diese Scheidewand nach der Entwickelung des Pollens zerstört und die Antheren erscheinen dadurch zweifächerig (Mercurialis, Solanum. Taf. 33. Fig. 8. c. — 9. 10.). In seltenen Fällen wird auch die durch das Connectiv gebildete Scheidewand zerstört, wodurch einfächerige Antheren gebildet werden (Epacrideae).

Dagegen sind bei Viscum in den vier Fächern noch besondere Querwände vorhanden, wodurch eine Anzahl kleiner Abtheilungen entsteht, deren jede sich nach aussen öffnet. So erscheint die Anthere bei Viscum vielfächerig.

Durch eigenthümliche Entwickelungen des Connectivs entstehen auch besondere Formen des Staubbeutels. Es ist bald breit, bald schmal, bald ist das obere Ende breiter als das untere, bald umgekehrt; bald ist der hintere Theil desselben stärker entwickelt und die Antherenfächer werden sämmtlich nach vorn gedrängt, oder umgekehrt; oder es erscheinen auch die Fächer sämmtlich auf einer Seite und die hintern über die vordern gestellt (Laurineae). Mitunter nimmt das Connectiv nur die obere Stelle zwischen den Säcken ein und diese sind daher an der Basis abgelöst und hängen herab, wodurch herz-, nieren- und pfeilförmige Gestalten entstehen, oder die Säcke sind nur an der Basis durch das Connectiv vereinigt, an der Spitze aber frei und darüber hinausragend; oder die Säcke sind nur in der Mitte vereinigt, an der Basis und Spitze aber zugleich frei. Ferner wächst auch das Connectiv mehr oder weniger über die Säcke hinaus, schwillt kopf- oder keulenförmig an, oder verdünnt sich in eine Spitze, die mitunter sehr lang ist (Nerium). Andere Fortsätze sind spornartig (Viola), oder capuzenförmig (Asclepias) u. s. w. Bei Salvia (Taf. 35. Fig. 3.) verlängert sich das Connectiv balkenförmig und ist quer auf dem Staubfaden eingelenkt, aber nur die eine Seite seiner Fächer entwickelt Pollenkörner. Oft finden sich auch Anhängsel und Fortsätze an den Antherenfächern.

Das Oeffnen der Pollenfächer geschieht bald durch eine Oeffnung an der Spitze (Solanum. Taf. 33. Fig. 8. c.), bald durch einen grössern oder kleinern Längsspalt (Taf. 35. Fig. 5.), oder endlich auch durch Trennung von Klappen, die sich von unten nach oben aufschlagen (Laurus Taf. 35. Fig. 22., Berberis).

Der Staubfaden ist in manchen Fällen sehr kurz, so dass die Antheren sitzend erscheinen, meist aber doch mehr oder weniger verlängert. Er geht entweder unmittelbar in das Connectiv über, oder ist mit demselben eingelenkt, und zwar bald an der Basis desselben, bald über der Basis, oder selbst an der Spitze, wodurch die Antheren hängend werden. Der Faden selbst ist dabei

entweder sehr dünn und wirklich fadenförmig (Gräser), oder er erscheint als steifer Stiel (Tulpe), oder erweitert sich blattartig (Campanula, Nymphaea). Bei Allium (Taf. 35. Fig. 4.), Alyssum und andern zeigen sich sogar Stipulargebilde; bei Pancratium sind diese Gebilde mit ihren Rändern unter einander verwachsen; bei Borrago, Prunella, Zygophyllum finden sich am Rücken des Fadens Verlängerungen, welche nach oben gehen.

§. 778.

Ungewöhnliche Blattformen der Blume. Hierzu gehören der Aussenkelch und die Staminodien.

Der Aussenkelch findet sich bei mehreren Rosaceen (Potentilla, Fragaria) und Malvaceen. Nach *Roeper* sollen die fünf Blättchen, welche bei Fragaria und andern Rosaceen ihre Stellung zwischen den eigentlichen Kelchblättern einnehmen und den Aussenkelch bilden, durch Verwachsung von Stipularbildungen der Kelchblätter entstehen. Man trifft allerdings die Kelchblätter bei Gartenerdbeeren bisweilen mit Nebenblättern an, da aber dieser Fall der seltnere ist, so muss eher angenommen werden, dass diese durch Zerreissung der Aussenkelchblättchen entstanden sind. Die Blätter des Aussenkelchs gehören in die Blattreihen der Blumenhülle; sie sind eine Vorreihe derselben.

Die Staminodien gehören in die Reihe der Staubblätter; sie beschliessen oder beginnen dieselbe, aber sie entwickeln keinen Pollen, obschon bisweilen verkümmerte Antherenanfänge an ihnen wahrgenommen werden. Man betrachtet sie deshalb auch als unfruchtbare Staubblätter (stamina sterilia) „mit demselben Rechte, mit welchem man bei Maulthieren und Mauleseln von Hengsten und Stuten, und bei Bienen von verkümmerten Eierstöcken spricht" (*Roeper*). Man findet sie bei den Gräsern, bei Erodium (wo sie den Anfang), Aquilegia (wo sie den Schluss der Reihe bilden) und vielen andern.

§. 779.

Frucht- oder Pistillblätter (carpophylla). Das Ende eines vollständigen Blumenstocks wird Pistill oder Stempel genannt. Die einzelnen knospentragenden und die Knospen einhüllenden Theile des Pistills und der Frucht heissen Carpelle [carpella][51]) (§. 789.).

Das Pistill hat seine eigenthümlichen Blätter. Wenn wir die Blätter der gesammten Blume mit den Laubblättern vergleichen, so kann man im Allgemeinen sagen, dass der Kelch durch Blattspitzen, die Blumenkrone durch die ganze Spreite, die Stauborgane

durch Spreite und Stiel, die Pistillblätter aber durch Blattbasen (Stiel, Scheide, Stipel, Schuppe, Blattkissen und Blattspur) charakterisirt sind. Darum ist im Ganzen die Blattbildung bei dem Pistill sehr unterdrückt und mangelhaft und die Blattformen bieten wenig Mannigfaltiges dar. Im Allgemeinen gilt hier, dass die einzelnen Blätter, wie es mit den Blattbasen überhaupt der Fall ist, nicht zur Entfaltung, d. i. zur Ausbreitung kommen, sondern meist zusammengerollt, zusammengefaltet und fast immer mit ihren Rändern oder eingebogenen Seiten verwachsen sind. Die weitern Verhältnisse sollen bei der nähern Betrachtung des Pistills (§. 786.) erörtert werden.

§. 780.

Zahl und Stellung der Blattorgane in der Blume. Die Gesammtblume kann, wenn sie unvollständig ist, aus einem Stauborgan (Euphorbia, Taf. 32. Fig. 1. c.), oder aus einem einzigen Keimorgan (Taxus) bestehen. In andern Fällen findet zunächst eine Vermehrung der Glieder in der Weise Statt, dass das Staub- und Keimorgan zur Zwitterblume zusammentreten. Eine weitere Vermehrung der Glieder einer Blume besteht nun a) in dem Hinzutreten der verschiedenen Formen der Blumenhülle und b) in der Wiederholung der Hüll-, Keim- und Stauborgane.

Diese Wiederholungen sind in vielen Fällen auf eine ganz genau bestimmte Zahl angewiesen, welche nur ausnahmsweise nicht erreicht oder überschritten wird [52]). Diese bestimmten Zahlen stehen mit der quirlförmigen Anordnung der Glieder im Zusammenhange. Wo dagegen die Quirlform sich auflöst, indem die Glieder sich zu einem längern Spiralband ordnen, da ist in der Regel ihre Zahl veränderlich und unbestimmt.

Bei den meisten Pflanzen besteht die ganze Blume aus auf einander folgenden Quirlen. Bei andern sind nur die ersten Blattformen in Quirle und die folgenden in Spiralen geordnet. So besteht bei Ranunculus Kelch und Blumenkrone aus Quirlen, dagegen sind Staubblätter und Carpelle in Spiralen gestellt; Nymphaea alba hat die Kelchblätter und Carpelle in Quirlen, Kronen- und Staubblättern in Spiralen. Diese gleichartige Stellung der letztern hängt sicher mit der verwandten Form beider Blattarten zusammen und man könnte darum die Blumenblätter der Nymphaea alba eben so gut als Staminodien betrachten, als die letzten Blätter des Staubblattsystems bei Aquilegia. Bei Papaver stehen nur die Stauborgane in Spiralen, die übrigen in Quirlen.

Die geringste Gliederzahl der Quirle ist Zwei. Auch hier gilt

meist, was wir schon oben bei der Stellung der Laubblätter gesagt haben, dass die Elemente der folgenden Quirle gegen die vorhergehenden oft eine diagonale Lage haben, wodurch die der benachbarten Wirtel in eine abwechselnde (besser ausweichende) Stellung zu einander kommen, während die der abwechselnden Quirle in denselben Verticalebenen oder, bei gleich hoch gestellten Gliedern, in denselben Radien liegen. Es kommen nun auch Fälle vor, wo die Elemente zweier oder mehrerer auf einander folgender Quirle in denselben Radien liegen. Man sagt dann (unrichtig), dass die Elemente einander opponirt sind, und nimmt dann gewöhnlich an, dass ein dazwischen liegender Quirl sich nicht entwickelt habe (abortirt sei). In manchen Fällen mag dies der Fall sein, aber gewiss nicht immer, denn wir wissen schon von den Algen und andern Beispielen her, dass sich eine Reihe auf einander folgender Blätter und Blätterpaare in immer gleich bleibender Richtung entwickeln kann.

Zweigliederige Quirle haben die Cruciferae; die zwei Quirle des Kelchs stehen zu einander in gekreuzter Stellung, indem der zweite Quirl eine Vierteldrehung macht; der dritte Quirl wird von zwei Kronblättern gebildet, er macht aber zu dem zweiten (Kelch-) Quirl nur eine Sechsteldrehung; der vierte Quirl von zwei Kronblättern macht gleichfalls eine Sechsteldrehung; dann folgen zwei kürzere Staubfäden mit $^5/_{12}$ Drehung, das zweite und dritte Paar folgt jedes mit $^1/_6$ Drehung, und eben so die zwei ersten Carpellen. Mit diesen ist also die Drehung vom ersten Staubfadenpaar um $^3/_6$ vorgeschritten, darum ist hier das erste Carpell dem ersten Staubfaden wirklich opponirt; es steht auf der entgegengesetzten Seite, 180° von ihm entfernt. Das zweite Carpellpaar ist zur Scheidewand verwachsen, es macht gegen das erste $^1/_4$ Drehung. So nehmen also die vier Carpellen eine ähnliche Stellung wieder ein, wie die vier Kelchblätter. Wir sehen aus diesem einen Beispiele wie ungleich die Drehung der auf einander folgenden Quirle sein kann, indem ein anderes Blattsystem auch eine andere Regel befolgt.

Die Blume von Butomus hat dreigliederige Quirle, der erste bildet den Kelch, der zweite die Blumenkrone, der dritte, vierte und fünfte das Staubblattsystem, der sechste und siebente das Carpellsystem. Die Quirle der Hüllblätter machen zu einander $^1/_6$ Drehung, die der Staubblätter $^1/_9$, die der Carpellen wieder $^1/_6$; das Staubblattsystem (Antherenkrone) dagegen weicht um $^1/_{18}$ Kreis dem Hüllsystem, und das Carpellsystem (Pistillkrone, Fruchtkrone) dem Staubblattsystem ebenfalls um $^1/_{18}$ Kreis aus.

Dreigliederige Quirle mit $^1/_6$ Drehung finden wir übrigens bei den Monocotyledonen (Tulipa, Lilium), fünfgliederige mit $^1/_{10}$ Drehung bei den Dicotyledonen mit regelmässigen Blumen vorherrschend; bei denen mit symmetrischen Blumen beträgt die Drehung $^1/_2$ (Viola, Leguminosae, Labiatae). In diesen Fällen steht das erste Blumenblatt dem ersten Kelchblatt diametral gegenüber.

Viergliederige Quirle mit $^1/_8$ Drehung besitzen Tormentilla, Daphne, Ruta, Euonymus, theils bloss auf die Blumenhülle, theils auch auf Staubblätter und Carpelle sich erstreckend.

Sechsgliederige Quirle besitzen Peplis, Lythrum; siebengliederige Trientalis; achtgliederige Chlora, Dryas; zehn-, zwölf- und zwanziggliederige Sempervivum.

Die geringste Gliederzahl der verschiedenen Blattsysteme zeigt sich durchschnittlich beim Kelch und der Fruchtkrone, die grösste bei der Antheren- und Blumenkrone. Manche Arten von Mesembryanthemum haben über 100 Blumenblätter; sehr zahlreiche Staubblätter haben die Ranunculaceen, Papaveraceen, Malvaceen.

§. 781.

Wie die Zwillinge von Thieren nicht auf einmal, sondern nach einander geboren werden, so findet auch bei den Quirlen eine Nacheinanderfolge der Gliederentwickelung Statt. Diese Folge kann man bei der Oeffnung der Blumenknospe, namentlich aber der Antheren leicht beobachten. Man findet dann, dass man sich einen solchen Blattquirl nicht als einen geschlossenen Kreis, sondern als eine in der Horizontalebene sich bildende Spiralform, deren Länge und Umgänge durch eine bestimmte Gliederzahl bedingt wird, vorstellen muss. Das erste Blatt eines solchen Quirls ist dann das äusserste, das letzte das innerste. Vergleicht man nun die Stellung der Kelchblätter mit der der Vorblätter, so ergibt sich, dass die Stellung beider zusammengehört und dass namentlich die Richtung der Kelchspirale durch die Vorblätter bestimmt wird. Man kann daher von der Stellung dieser auf jene, und umgekehrt, schliessen und sich so das Auffinden des ersten Kelchblattes in gewissen Fällen erleichtern. Man muss ferner bei lateraler Blumenstellung die hintere und vordere Seite des Kelchs unterscheiden; jene liegt zwischen der Blumen- und Mutterstengelaxe, diese zwischen der Blumen- und Mutterblattaxe. Bei fünfgliederigen Kelchen liegt nun das erste Kelchblatt entweder nach vorn, rechts oder links von der Mutterblattaxe, oder nach hinten, rechts oder links von der Mutterstengelaxe. Liegt es nach vorn, so wendet sich von da die Spirale links oder rechts nach hinten um, liegt es nach

hinten, so wendet sie sich von da links oder rechts nach vorn um. Man sagt daher die Kelchspirale sei links oder rechts gedreht, hint- oder vornumläufig. Diese Stellungen sind nun wieder wichtig für die weitern Bestimmungen von Inflorescenzen, die wir oben (§. 766.) noch nicht berühren konnten, hier aber nachträglich erwähnen wollen.

Die Bestimmungen beziehen sich auf solche Inflorescenzen, welche von der Cyma abgeleitet werden können. Diese Formen sind zuerst von *Schimper* in einem Vortrage bei der zwölften Versammlung der deutschen Naturforscher in Stuttgart (1834) erörtert, von *A. Braun* in der „Regensburger Allgemeinen botanischen Zeitung“ weiter behandelt und von *Wydler* in einer sehr lehrreichen Abhandlung „Ueber dichotome Verzweigung der Blüthenaxen dicotyledonischer Gewächse“ („Linnaea“. 1843. 155.) ausführlicher betrachtet worden. Die hier geltenden Regeln erstrecken sich nicht bloss auf die Inflorescenz, sondern auch auf die Subflorescenz (§. 758.). Es kann also da, wo von Vorblättern die Rede ist, auch immer Gipfelblätter gesagt werden.

Ist bei fünfgliederigem Kelche die Spirale hintumläufig, so steht das zweite unpaarige Blatt median nach hinten, vor der Mutterstengelaxe; ist sie vornumläufig, so steht das zweite unpaarige Blatt median nach vorn, vor der Mutterblattaxe (Tribulus, Erythraea).

Fünfgliederige hintumläufige Spiralen werden durch Schwinden des zweiten Blattes viergliederig (Alectorolophus, Veronica, Plantago).

Wenn bei viergliederigen Kelchen die Vorblätter fehlen, so liegen die Glieder des ersten Blattpaares in $\frac{1}{2}$ Stellung seitlich, wenn die Vorblätter vorhanden, median, hinten und vorn (Fumaria, Corydalis, Glaucium). Seltener fällt bei fünfgliederigem Kelche das vierte Kelchblatt median nach hinten (Caltha oft, mehrere Ribesarten). Bei den Papilionaceen steht das erste Blatt vorn, das zweite und fünfte nach hinten, das dritte und vierte seitlich.

Bei der $\frac{2}{3}$ Kelchspirale ist der Kelch sechsgliederig, aber die Glieder liegen in zwei Umgängen. Der Fall ist bei den Dicotyledonen selten, er findet sich aber bei Asarum, Rumex, Rheum, Mercurialis, Lythrum und einigen Anemonen. Die Stellung der Glieder in einem Umgange ist hier entweder (-∴-), oder (-∵-), oder (:|·).

Wir haben schon oben (§. 765. 766.) das Dichasium *Schimper's* als eine Form der Blumenstellung kennen gelernt, welche sich aus der Cyma ableiten lässt; wir haben auch dort gesehen, dass sich oft nur eine Seite (Zweig) der Trugdolde weiter entwickelt,

während die andern zurückbleiben. Betrachten wir indessen die Seitenzweige einer einfachen und vollständigen Cyma näher, so ergibt sich, dass die Kelchspirale aller drei Blumen nicht die gleiche Wendung (Rollung) macht; es ist nämlich immer nur Ein Seitenzweig ebenso gewendet, wie der mittlere (ältere), man nennt ihn den gleichwendigen oder homodromen; der andere hat die entgegengesetzte Wendung, er ist gegenwendig, antidrom. Durch die Homodromie und Antidromie sind die Seitenzweige scharf bestimmt, und es kommt nun darauf an, weiter zu bestimmen, welcher von beiden in dem ersten und welcher in dem zweiten Vorblatte entspringt, ob sich beide oder nur einer von ihnen, und welcher, weiter entwickelt. So ist z. B.

a) Der untere (ältere) Zweig homodrom, der obere antidrom bei Drosera, den Caryophylleae, Lineae, Malva, Althaea, Hippocastanum, Geraniaceae, Oxalis, Ruta, Dictamnus, Staphylea pinnata, Sedum, Campanula, Borragineae, Solaneae, Labiatae, Polygoneae, Euphorbia u. s. w.

b) Der untere Zweig antidrom, der obere homodrom bei Ranunculus, Aquilegia, Helleborus, Hypericum, mehreren Rosen, Convolvulus, Ipomoea, Beta.

Bei einseitiger Verkettung der homologen Zweige entsteht, wie wir schon früher gesehen haben (§. 766.), die cyma racemosa unilateralis. Diese Form nennt *Schimper* Schraubel (Botryx). Verketten sich aber die antidromen Zweige, so dass die linkswendigen mit den rechtswendigen wechseln, so entsteht auch eine Traube, aber eine zweizeilige, welche *Schimper* Wickel (Cincinnus) nennt. Die Reihen auf beiden Seiten laufen sich einander entgegen (sie sind palindrom), während die Blüthen einer jeden für sich homodrom sind.

Wydler hat diese Verhältnisse bei einer grossen Anzahl von Pflanzen untersucht und in der schon angeführten Abhandlung erörtert, auf welche ich Diejenigen verweise, welche weitere Belehrung suchen [53]).

§. 782.

Die Glieder eines Quirls, so wie die auf einander folgenden Quirle unter sich, sind in der Anlage immer regelmässig um eine gemeinsame Axe geordnet. Ist die Umgebung einer in der Entwickelung begriffenen Blüthenknospe von der Art, dass sie ihrem Wachsthum keinen, oder einen von allen Seiten gleichmässigen Widerstand entgegensetzt, so bildet auch die Blume ihre Elemente gleichmässig aus, sie wird regelmässig. Der erste Fall kommt bei allen einblüthigen und einfachen Gipfelstengeln und Blusten

(Adonis, Nigella, Nymphaea), der zweite im Centrum von dichtgedrängten Blumenhaufen vor. Am Rande solcher Blumenhaufen (Compositae, Aggregatae, Umbelliferae) aber erfahren die einzelnen Blüthen nach der Aussenseite einen geringern Widerstand, als nach der innern, darum entwickeln sich auch die nach aussen hin liegenden Elemente stärker, als die nach innen liegenden und so wird die Blume unregelmässig, oder besser symmetrisch, denn es ist eine sehr seltene Ausnahme, dass sich eine Blume mittelst eines bestimmten, durch die Axe ihres Stengels geführten Schnitts nicht in zwei gleiche Hälften theilen liesse. Solche unregelmässige oder symmetrische Blumen kommen immer bei einer Gipfel- oder Blustenkette, oder bei einer Verbindung von beiden vor und es gehören hierher die Blumen der Orchideae, Aristolochieae, Lentibulariae, Personatae, Labiatae, Compositae, Aggregatae, Caprifoliaceae, Umbelliferae (Taf. 34. Fig. 8. 9. 10.), Papilionaceae, Violarieae, Hippocastaneae, Polygaleae, Fumariaceae und mehrerer andern. Der Schnitt, welcher eine symmetrische Blume theilt, geht entweder durch die ganze Medianlinie, nämlich von der Mutteraxe der Blume durch die Mitte der obern unpaaren Kelchblätter und der untern unpaaren Blumenblätter zu der Axe des Mutter- oder Vorblatts (Pinguicula, Globularia, Lonicera, Labiatae, Personatae, Dictamnus, Reseda, Polygala, Viola, Tropaeolum u. s. w.), oder er schneidet die Medianlinie und zwar a) normal, bei Corydalis und Fumaria; b) schief, bei Nicotiana, Aesculus. Hinsichtlich des schiefen Schnittes kommen aber auch wieder Unterschiede vor. (Vergl. *Wydler*, „Bot. Zeit." 1844. 609.).

§. 783.

Die Blätter eines Quirls sind entweder frei oder mit einander (an ihren Rändern) verwachsen. Hierbei verwachsen entweder die Basen mit einander oder die Spitzen, oder es sind auch nur die äussersten Basen, oder nur die äussersten Spitzen frei. Das Verwachsen der Blattränder unter der Spitze ist bei Blumenhüllen (Convallaria, Polygonatum), Kelchen (Labiatae [Taf. 35. Fig. 2.], Rhinantheae, Papilionaceae [Taf. 34. Fig. 11.]), Blumenkronen (die Classe der Synpetalae) sehr häufig; bei Staubfäden zeigen sie die Malvaceen (in fünf Zeilen), Schmetterlingsblumen (Taf. 35. Fig. 8.), Fumariaceen, Polygaleen (Taf. 35. Fig. 5.) u. s. w. Dabei ist entweder ein einfacher, aber ganzer Quirl verwachsen (Lysimachia. Taf. 35. Fig. 6.), oder mehrere (Malvaceae). Auch kommen nur Theile eines oder mehrerer Quirle verwachsen vor (Corydalis, Hypericum [Taf. 35. Fig. 7.], Citrus).

An der Spitze verwachsen sind:

a) Die Kelchblätter bei Eucalyptus.

b) Die Kronblätter des Weinstocks (Taf. 37. Fig. 17. b. c. d.), der Phyteuma-Arten, der Gewürznelken.

c) Die Kelch- und Kronblätter bei Calyptranthes.

d) Die Staubbeutel bei Impatiens (mützenartig), bei den Compositen (röhrenförmig [Taf. 35. Fig. 9.] [51]).

e) Die Fruchtblätter (Narben) der Asclepiadeen.

§. 784.

Der Blumenboden (receptaculum, torus) besteht aus verwachsenen Stengelgliedern der Blume. Die Stengelglieder sind hier gewöhnlich gestaucht, selten verlängert. Darum stecken bei den Blumen die Quirle meist dicht in einander und nirgends ist die concentrische Aufeinanderfolge derselben so deutlich wie hier. Die ältern Quirle sind aussen, die jüngern innen, das Wachsthum der Blume daher centripetal. Wie die Blätter, so müssen aber auch die Stengelglieder ihre Anordnung haben, wenigstens in ihrem obern Theile, denn an der Basis eines jeden Blattes ist die Spitze eines Stengelgliedes. Man muss daher auch eine concentrische und centripetale Bildung des Blumenbodens annehmen. Wo der Kelchstengel sich in die Länge entwickelt, da muss er sich nothwendig unterhalb der Kelchblätter befinden. Er ist ziemlich lang bei den Onagreen, Orchideen, Cucurbitaceen. Den äussersten Umfang desselben bilden die Blattspuren des Kelchs. Letztere sind oft deutlicher, als der eigentliche Blatttheil entwickelt, z. B. bei den Umbelliferen, wo die Blattspuren (die sepala decurrentia), die Rippen und Flügel u. s. w. des unter der Blume sich erstreckenden Blumenbodens bilden; die Campanulaceen (Taf. 33. Fig. 3. b.), Irideen, Compositen (Taf. 38. Fig. 16. b.) und Valerianeen liefern ähnliche Beispiele. Die Blattspuren (Rippen, Flügel, Ecken) entsprechen hier genau den Kelchtheilen. In andern Fällen verschmelzen sie und fliessen mit ihren Rändern in einander (Pyrus, Rosa, Ribes). Meist ist die Kelchblattspur glatt oder kahl, mitunter aber auch rauh, gezähnt (Lagoseris, Hieracium), stachlig oder hakerig (Caucalis, Daucus, Agrimonia).

Der Kelchstengel beginnt mit seiner Basis unmittelbar an der Spitze des Blustenstengels, oder, wo derselbe fehlt, des Gipfelstengels (Anagallis). Er bildet demnach immer den eigentlichen Blumenstiel, an welchem man auch deshalb die Kelchblattspuren verfolgen kann. Wo nur Eine Blumenhülle vorhanden ist, da bilden die Hüllblätter am Blumenstiel die Spuren. Bei Euphorbia ist der

Blumenstiel einerseits aus dem Staubblattstengel (Taf. 32. Fig. 1. b.), andrerseits aus dem Fruchtblattstengel gebildet.

Wenn eine Blume vollständig alle wesentlichen und Beiglieder besitzt, so können folgende Stellungsverhältnisse — ausser dem schon bekannten concentrischen — stattfinden.

a) Die nach einander folgenden Stengel — Kelchstengel, Blumenkronenstengel, Staubblattstengel, Fruchtblattstengel — bilden sich in der Weise aus, dass sie mit ihren obern Enden (nahe) in demselben Niveau zu liegen kommen (Taf. 32. Fig. 4. d. — Taf. 37. Fig. 17.).

b) Die folgenden Stengel entwickeln ihre Enden über dem Niveau der vorhergehenden (Taf. 33. Fig. 6.).

c) Die folgenden Stengel entwickeln ihre Enden unter dem Niveau der vorhergehenden (Taf. 33. Fig. 2.).

d) Die folgenden Stengel entwickeln ihre Enden theilweise oder sämmtlich in einem abwechselnden Niveau (Taf. 33. Fig. 4. 5. 7.).

§. 785.

Die Enden der verschiedenen in einander gesteckten Stengel verwachsen seitlich mit einander und fliessen so oft in eine Fläche zusammen, welche (mit Ausnahme aller darauf vorkommenden Blätter und Knospen) Blüthenscheibe (discus, torus) genannt wird. Die unter a (in §. 784.) betrachteten Stellungsverhältnisse bilden eine (fast) ebene Blüthenscheibe, die unter b eine convexe, unter c eine concave, unter d eine wellenförmig auf- und absteigende.

Potentilla hat eine fast ebene Blüthenscheibe. — In der Anlage mögen wohl immer alle Stengel in gleichem Niveau stehen, aber durch das darauf folgende ungleiche Wachsthum der einzelnen wird auch die Scheibenfläche ungleich. Die Richtung kann sich dabei vorherrschend nach oben, unten, oder zur Seite wenden. Durch ungleichseitige Entwickelung entstehen die schiefen Formen des Blumenbodens (z. B. der Sporn bei Tropaeolum, an dessen Bildung auch noch die Spuren von einem Kelchblatte und den zwei kahlen Blumenblättern Theil nehmen). Durch vorherrschende Entwickelung des Kelchstengels nach unten entsteht die Verlängerung des Blumenstiels; durch vorherrschende Entwickelung nach oben wächst er über die andern weg und bildet einen Wall oder eine Röhre über den eingeschlossenen Stengeln. Manche Kelchröhre mag daher wohl ebenso zum Kelchstengel als zu den Kelchblättern gehören (Agrostemma). Kelch- und Blumenkronenstengel erheben sich oft gemeinschaftlich gleichhoch in Form eines Bechers, Krugs oder

hohlen Cylinders über die folgenden (Lythrariae, Rubus [Taf. 33. Fig. 4.], Rosa [Fig. 2.]), man sagt dann, dass die Blumenblätter auf dem Kelch stehen. Tiefer in dieser „Kelchröhre" stehen bei Lythrum die Staubblätter, deren Blattspur die innerste Seite des Stengelkelchs bildet. Bei den Rosen u. s. w. erhebt sich aber auch der Staubblattstengel fast in gleicher Höhe mit den vorhergehenden, während der Fruchtstengel in der Tiefe stehen bleibt. Dadurch erweitert sich der Blumenstiel nach oben zu, er wird hohl und besitzt eine krugförmige Gestalt. Solche Erweiterungen und Verdickungen des Blumenstiels finden in allen ähnlichen Fällen Statt. Man sagt hier, dass die Staubfäden und Blumenblätter auf dem Kelche stehen und nennt die hierher gehörenden Pflanzen „Calyciflorae". In allen diesen Fällen sind Kelch-, Blumen- und Staubblattgürtel in eine Röhre verwachsen. Aber es gibt auch Fälle, wo die Kelchröhre sich allein entwickelt, die Blumen- und Staubblattröhre dagegen gemeinschaftlich und (wenigstens theilweise) verwachsen. Man hat früher die Pflanzenformen mit solcher Blumenbildung „Corolliflorae" genannt. Beispiele liefern die „Synpetalae". Man sieht in diesen Fällen die Blattspur der Stauborgane an der innern Seite der Blumenröhre herablaufen und man kann daher diesen Theil der Blumenröhre mit demselben Rechte als Stengelorgan betrachten, als die sogenannte Kelchröhre bei Rosa. Wie in den angeführten Fällen der Blumenkronen- und Staubblattstengel vereinigt, als ein hohler Cylinder, sich erheben, indem der Fruchtstengel tief unter ihnen zurückbleibt, so erscheinen sie als voller (solider) Cylinder bei den Lychnideen (besonders entwickelt bei Lychnis Viscaria), weil derselbe hier den Fruchtstengel nicht unter, sondern zum Theil über sich hat. Den mehrgliederigen Staubblattstengel sehen wir ebenfalls bisweilen über die vorhergehenden hervortreten bei den Malvaceen, Passiflora und den Capparideen. Dort (bei den Malvaceen) ist er hohl, indem er den Fruchtstengel unter sich hat, hier ist er solid, indem der Fruchtstengel über ihn sich erhebt. Bei Ephedra endigt er in den Antherenblumen nur mit Staubblättern, weil hier kein Fruchtstengel vorhanden ist.

Der untere Fruchtstengel tritt (wie der Kelchstengel) als längerer Stiel auf bei den Capparideen, Passiflora, Euphorbia. Er kommt aber auch mit dem Antherenstengel so verwachsen vor, dass die Staubfäden auf ihm zu stehen scheinen, z. B. bei Hippuris, den Orchideen (Taf. 34. Fig. 1.), Aristolochien. Seine Glieder entwickelt er verschiedenartig; so als concave Scheibe unter dem Niveau der vorausgehenden Stengel und von diesen umgeben bei Rosa (Taf. 33. Fig. 2.), Amygdalus; als flache Scheibe in gleichem

Niveau (Potentilla), oder unter dem Niveau (Dryas), als convexer, kopfförmiger, kegelförmiger oder lang gezogener Stengel über dem Niveau der vorausgehenden Stengel (Fragaria, Ranunculus [Taf. 33. Fig. 6.], Adonis, Myosurus).

Die genauere Gliederung des Fruchtstengels lässt sich jedoch erst ermitteln, wenn wir ihn mit Rücksicht auf die ihn begleitenden Blätter und Keimknospen zugleich betrachten. In dieser Verbindung heisst er im jüngern Zustande Stempel oder Pistill, im ältern Frucht.

§. 786.

Pistill und Frucht können zwar morphologisch betrachtet, aber nur physiologisch bestimmt werden. Wir sind allerdings bei unserer stufenweisen Zergliederung des Grundstocks und Blüthenstocks zuletzt auf einen Endtheil gekommen, den wir Fruchtstock nennen und mit Recht auch so nennen können; aber es findet sich bei genauer Betrachtung, dass man unter den Benennungen „Pistill" und „Frucht" nicht immer einen reinen Fruchtstock bezeichnet. So besteht z. B. die Frucht von Vaccinium, Ribes (Taf. 38. Fig. 13. 14.), Rubia, Caryophyllus, Campanula (Taf. 33. Fig. 3. b. g. f.), Cucumis, Iris, Orchis, Aristolochia, aller Umbelliferen (Taf. 38. Fig. 17.) und Compositen (Taf. 38. Fig. 16.) u. s. w. nicht bloss aus den Elementen des Fruchtstocks, sondern sie enthält auch noch Elemente des Kelchs, der Blumen- und Staubkrone. Die Staub- und Blumenblätter sind zwar meist abgefallen oder verwelkt, eben so meist die Kelchblätter; aber mit den Blättern sind nicht immer die Stengelglieder, denen sie angehörten, ausgeschieden, sie bleiben vielmehr oft mit denen des Fruchtstocks zurück, sind mit ihm verwachsen, schliessen ihn ein und bilden oben mit ihm während der Blüthezeit einen Theil des Pistills und nach derselben die Frucht. Wir müssen hinsichtlich der seitlichen Verwachsungen nochmals als Regel aussprechen, dass von den zwei Grundorganen — Stengel und Blatt —

1) nur Stengelglieder mit Stengelgliedern, Blattglieder mit Blattgliedern, also gleichartige und gleichnamige Glieder mit einander verwachsen (§. 679.);
2) dass ein Blatt auf dem Stengelgliede nur mit seiner Grundfläche, nie mit einer seitlichen, befestigt ist;
3) dass ein Blatt mit einem andern Blatte nur am Rande verwächst;
4) dass Pflanzentheile, welche das äussere Ansehen von Blättern haben, so weit keine Blätter sind, als sie mit einer ihrer

breiten (Spreiten-) Flächen einer andern Fläche angewachsen sind. Dieser so angewachsene Theil ist von uns schon oben (§. 695.) als Blattspur bezeichnet und zum Stengel gerechnet worden. Würde er nicht zum Stengel gerechnet, sondern noch als Blatt oder Blattstiel angesehen, so hätten jene Physiologen vollkommen Recht, welche sagen, dass der Pflanzenstengel aus verwachsenen Blättern oder Blattstielen bestehe.

5) Dass nur Stengelglieder sich nach allen Seiten unter einander verbinden.

6) Dass Stengelglieder nur an ihrer Spitze sich mit Blattbasen verbinden (§. 679.).

Aus diesen sechs Sätzen folgt nun aber unbedingt, dass bei einer Frucht oder einem Pistill alle diejenigen Glieder Stengelglieder sind, deren äussere oder innere Seite mit andern Gliedern in ein Ganzes verbunden ist, und dass nur diejenigen als Blätter beansprucht werden können, welche mit ihrer innern und äussern Fläche frei an der Spitze eines Stengelgliedes erscheinen.

Es fragt sich hierbei nur noch, ob Alles, was eine entfernte Aehnlichkeit mit einem gewöhnlichen Blatte hat und nicht mit seiner hintern oder vordern Fläche verwachsen ist, als ein Blatt oder Stengelglied beansprucht werden muss, z. B. die Fruchtklappen von Viola. Bei diesen tritt noch hinzu, dass sie die Samenknospen erzeugen. Da nun die Knospenbildung bei dem Grundstock in der Regel den Stengelgliedern und nur ausnahmsweise dem Blatt zukommt, auch bis jetzt kein triftiger Grund vorliegt, bei dem Blumenstock das Gegentheil als Regel anzunehmen, vielmehr die Knospenbildung bei der Bluste ebenfalls an dem Blustenstengel und nicht an den Blustenblättern auftritt, da ferner diese Fruchtklappen aus dem untern Theil des Pistills hervorgehen, während der obere Theil, wenn auch klein und unansehnlich, doch ein wesentliches Glied der Blume bildet, das nach dem Verblühen abfällt, wie die Staubblätter und Blumenblätter, so ist klar, dass nur dieses obere Glied die Blattnatur beanspruchen kann, während wir die untern als Stengelglieder betrachten müssen, welche sich nur blattförmig, wie so viele andere Glieder des Grundstengels, ausgebildet haben.

§. 787.

Pistill und Frucht sind Ausdrücke für eine eigenthümliche Combination von verschiedenen Pflanzengliedern, deren physiologischer Zweck ist, den Blumenstaub aufzunehmen, durch dessen

Befruchtung den Samen zu entwickeln und die junge Knospe nach aussen zu schützen.

Das Pistill ist der Anfang der Frucht. Es entwickelt die Grundlage des Samens, die Samenknospe (gemmula). Es nimmt aber auch den Blumenstaub auf, der die Samenknospe befruchtet und dadurch die Keimbildung in derselben veranlasst. Erst durch die Keimbildung wird die Samenknospe zum Samen. Mit der Keimbildung hört aber das Pistill auf und es beginnt die Frucht.

Am Pistill werden verschiedene Regionen unterschieden: Die untere, welche die Samenknospen entwickelt, und die obere, welche den Pollen aufnimmt; jene heisst der Fruchtknoten (germen), diese Narbe (stigma); ist noch eine stielartige Verlängerung zwischen Narbe und Fruchtknoten, so heisst diese Staubweg oder Griffel (stylus).

§. 788.

Man ist gewohnt von einem unterständigen und oberständigen Fruchtknoten (g. inferum, superum) zu sprechen. Jener steht unter der Basis der Kelch-, Blumen- oder Staubblätter (Taf. 33. Fig. 3.), dieser steht wenigstens über der Basis der Kelchblätter, oder innerhalb der Kelchröhre (Taf. 33. Fig. 7.).

Der Fruchtknoten besteht aus Theilen, welche Carpelle (carpella) genannt werden. Griffel und Narbe sind oft eine unmittelbare Fortsetzung einer oder mehrerer Carpellspitzen. Sie sind nicht selten an ihrer Basis eingelenkt und fallen dann nach dem Verblühen ab (Taf. 37. Fig. 20.); sind sie nicht eingelenkt, so bleibt der Griffel bisweilen noch stehen (Taf. 34. Fig. 14. c.), die Narbe welkt jedoch immer und schwindet.

Die Narbe trägt oft den Charakter eines Blattes an sich; sie ist dann als Fruchtblatt (carpophyllum) anzusehen, dessen Stiel mitunter als Griffel erscheint (Taf. 26. Fig. 18.).

Da in dem Fruchtknoten sich die Samenknospen bilden, so muss derselbe hohl sein. Es sind nun entweder so viele Fruchthöhlen da, als Carpelle vorhanden sind (Helleborus, Liliaceae), oder es bilden mehrere Carpelle eine gemeinschaftliche Fruchthöhle (Reseda). Die Fruchthöhle öffnet sich durch oder um den Griffel und die Narbe nach Aussen. Wird die Narbe von einem einzigen Fruchtblatt gebildet, so stellt der Griffel eine sehr feine Röhre oder geschlossene Rinne dar, welche sich in der Narbe mitunter trichterförmig oder scheidenartig erweitert (Fragaria [Taf. 38. Fig. 10. b.], Sparganium); wird sie von mehreren Blättern gebildet, so treten diese zu einer Röhre und Oeffnung zusammen.

Uebrigens wird die Narbenöffnung immer mehr oder weniger von papillenartig hervorragenden Zellengruppen besetzt, die mitunter einen fast kugelförmigen Knopf (stigma capitatum) bilden (Primula). Die Narbe ist oft sehr klein und unmerklich. In solchen Fällen ist sie dann als Blattorgan sehr zweifelhaft und man kann sie hier nur als eine papillose Carpellenspitze betrachten (Aristolochien, Orchideen, Leguminosen [Taf. 35. Fig. 8. c.], Liliaceen); in andern Fällen bildet sie mehr gesonderte Spitzchen (Labiatae [Taf. 35. Fig. 1. d.]), oder Läppchen (Populus [Taf. 37. Fig. 16. a.], Cruciferae [Taf. 37. Fig. 12. c.]); nur selten breitet sie sich wirklich blattartig aus (Onagreae, Irideae). Sie hat aber bei Iris, wo sie sich unter den einheimischen Blumen am bedeutendsten entwickelt, obschon die Grösse eines Blumenblattes, doch nur die Form einer Stipula (Taf. 26. Fig. 18.).

Wo der Fruchtknoten von mehreren Carpellquirlen gebildet wird, da nehmen entweder alle oder nur einer an der Bildung des Griffels und der Narbe Theil. So besteht das Pistill bei Anagallis, den Cruciferen (Taf. 37. Fig. 12.) und Geraniceen aus zwei Carpellquirlen, wovon der äussere steril ist und als Decke dient, während der innere bei allen die Samenknospen entwickelt; aber die Bildung des Griffels ist bei allen dreien verschieden, denn bei Anagallis entsteht er durch eine Fortsetzung der äussern sterilen, bei den Cruciferen durch die innern fertilen, bei Erodium sowol durch die äussern einhüllenden als auch durch die innern eingehüllten Glieder.

§. 789.

Man ist nach den bisherigen Ansichten gewohnt, unter dem Ausdruck Carpell bloss diejenigen Glieder des Fruchtknotens oder der Frucht zu verstehen, welche entweder selbst eine Fruchthöhle bilden, oder in Verbindung mit andern Gliedern dieselbe nach aussen begrenzen. Ich trage aber den Ausdruck auch auf diejenigen Glieder des Fruchtknotens über, welche im Centrum stehen und oft mit einander zu einem soliden Stengelgebilde (gewöhnlich placenta centralis genannt) vereinigt sind (Taf. 37. Fig. 21. 19.). Es ist dabei nur noch festzustellen, was man hier und überhaupt bei den Knospen-tragenden Theilen des Fruchtknotens als Stengel- oder Carpellglied ansehen soll. Bei den beblätterten Stengelgliedern gibt uns das Blatt über die Anwesenheit eines verwachsenen Stengelgliedes Auskunft. Bei den Carpellen sind aber nur Knospen vorhanden, welche seitlich hervorbrechen. Die Knospen haben hier kein Mutterblatt, in deren Winkel sie entstehen. Es fragt sich nun,

ob die Knospen am Carpell eben so, wie beim Grundstengel die Axillarknospen, das Ende eines Stengelgliedes anzeigen, oder ob sie vielmehr den Adventivknospen entsprechen, welche an beliebigen Stellen des Stengels erscheinen? Ich entscheide mich für die erstere Annahme, und zwar aus folgenden Gründen: 1) Kommen Fälle vor, wo bei in senkrechte Reihen geordneten Samen das Carpell sich in eben so viele homologe Glieder abschnürt und zerfällt, als es Samen enthält (Ornithopus, Hippocrepis, Hedysarum, Scorpiurus u. s. w.). 2) Sind Beispiele vorhanden, welche beweisen, dass auch die sogenannte placenta centralis in eben so viele neben einander stehende homologe Glieder zerfällt, als sie Samen trägt, und dass jeder Same an der Spitze eines solchen Gliedes befestigt ist, also einen isolirten Samenstengel bildet (Stellaria Holostea, Arenaria trinervia, Agrostemma Githago [Taf. 37. Fig. 19.]).

Darum nehme ich auch überall an einem fertilen Carpell so viel Carpellglieder an, als es Knospen erzeugt. Ja, die Knospen nehmen dabei am Carpell so bestimmte Stellungen ein, dass schon hieraus auf eine besondere Gliederung der Carpelle geschlossen werden kann; so haben wir das capitulum bei Anagallis, die spica bei Gypsophila, Saponaria, Lychnis (Taf. 37. Fig. 21.), die zweizeilige alternirende Stellung bei den Cruciferen (Taf. 37. Fig. 12.), die zerstreute fünfzeilige bei Impatiens (Taf. 37. Fig. 11.), die quirlförmige bei Geraniaceen, Malvaceen, Alismaceen u. s. w.

§. 790.

Ist nun auch auf diese Weise durch die Gliederung des Knospen-tragenden Carpells dessen Stengelnatur gesichert, so ist das keineswegs der Fall mit denjenigen Carpellen, welche man im Gegensatz zu jenen sterile nennt und welche hauptsächlich dazu dienen, die Fruchtknotenhöhle nach aussen zu begrenzen, wie z. B. die äussern Carpellwände der Plantagineen, Caryophylleen, Primulaceen, Lentibularien; ferner der Cruciferen, Malvaceen, Geraniaceen, Alismaceen, Asperifolien u. s. w. Ich werde in der folgenden Darlegung versuchen, die Gründe anzugeben, welche in gewissen Fällen für und in andern wieder gegen die Blattnatur dieser Carpelle sprechen.

Bei den Plantagineen und einigen Primulaceen (Anagallis, Centunculus, Soldanella) löst sich der obere Theil, welcher den Griffel bildet, bei der Frucht ringsum ab. Der obere Theil der Frucht ist also von dem untern durch eine Gelenkbildung getrennt. Es liegt nahe, den untern Theil der Fruchthülle als Stengel, den

obern als Blatttheil zu betrachten. *H. v. Mohl* äussert zwar an einer Stelle („Bot. Zeitg." 1843. p. 672.), „Auf die Articulation ist in morphologischer Beziehung gar kein Gewicht zu legen" und doch ist es die Articulation allein, welche uns am sichersten die Grenzen zweier benachbarten Organe angibt, ja die ganze Organisation bedingt, welche im Grunde nur auf der Gliederung und der harmonischen Verknüpfung der Glieder beruht. Auch ist es sehr gefährlich, bei der morphologischen Bestimmung der Organe einmal auf die Gliederung ein sehr grosses, das andere Mal gar kein Gewicht zu legen; das thut man aber, wenn man bei der morphologischen Bestimmung der Blüthe bei Euphorbia die Gliederung entscheiden lässt, in andern Fällen sie aber für werthlos hält. Nicht die Gliederung verwischt die verschiedenen Formen, und erschwert ihre Erkennung, sondern das Ineinanderfliessen der Grenzen. Darum lege ich gerade auf die Gliederung in morphologischer Beziehung ein sehr grosses Gewicht. Die Hauptsache dabei ist nur die Bestimmung der Glieder selbst. Hier ist zu entscheiden, ob man es mit gleichartigen Gliedern zu thun habe oder nicht. Bei Euphorbia ist das untere Glied offenbar von dem obern verschieden, denn das obere trägt den Staubbeutel, das untere nicht. Gerade so ist es auch in den oben berührten Fällen, wo der Stylus sich von der untern Fruchtwand durch ein Gelenk trennt. Die Gliederung hat aber auch da ihre morphologische Bedeutung, wo durch sie gleichartige Theile getrennt werden, wie bei der gegliederten Hülse und der sogenannten placenta centralis, von denen schon oben die Rede war. Dass die Glieder erst später sich deutlich bemerkbar machen und trennen, liegt eben daran, dass sie nicht gleich fertig sind, sondern entstehen. Auch Stengel und Blatt bilden im Vegetationspunkt eine gleichförmige Zellenmasse; erst späterhin trennen sich beide durch deutliche oder undeutliche Gliederung.

Dasselbe Verhältniss wie bei Anagallis u. s. w. herrscht aber auch bei den übrigen Primulaceen und Caryophylleen (Taf. 37. Fig. 20.), wo überall der Stylus das Deckelchen auf der Frucht bildet, nur geht es nicht so weit hinab, wie dort.

§. 791.

Bei den Cruciferen (Taf. 37. Fig. 12.) ist die Sache anders. Hier sind vier Carpelle vorhanden, welche sich erst bei der reifen Frucht deutlicher bemerkbar machen. Diese Frucht wird „Schote" (siliqua) genannt. Die zwei äussern Carpelle stehen einander gegenüber, die innern auch, aber sie nehmen gegen jene eine ge-

kreuzte Stellung ein. Die äussern bilden die Klappen der Frucht (Fig. b.) und sind unfruchtbar, die innern bilden die Scheidewand der Frucht und tragen die Samenknospen (Fig. c.). Die äussern sind von einander durch die innern getrennt und mit den letztern bis zur Reife verwachsen. Die innern sind an der Spitze unmittelbar, zwischen derselben und ihrer Basis durch ein Zellgewebe verbunden; jedes trägt an der Spitze eine Narbe (Fig. c.) mit längerm oder kürzerm Griffel. Ist nun unsere oben (§. 786.) aufgestellte Regel richtig, wonach ein Blattorgan seitlich niemals mit einem Stengelorgan verwächst, so können die Klappen der Schote keine Blätter, sie müssen vielmehr Zweige des Fruchtstengels sein.

§. 792.

Bei den Malvaceen und Geraniaceen ist ein centraler Stengeltheil, welcher sich mehr oder weniger (am bedeutendsten bei den Geraniaceen) in die Höhe entwickelt, an dessen Basis sich eine bestimmte Anzahl Knospen in den Winkeln eines äussern Carpellquirls bilden. Diese Carpelle schliessen mit ihrer Basis die Knospen ein, indem sie eine geschlossene Scheide um jede derselben bilden, über denselben öffnet sich die Scheide an der innern Seite und das Carpell wird zu einer Rinne, weiter hinauf aber verwachsen die Carpelle seitlich mit ihren Rändern, die Spitzen aber bilden so viele freie fadenförmige Narben, als Carpelle vorhanden sind (Taf. 38. Fig. 8.). Diese Carpelle sind am sichersten als Blattorgane zu betrachten, da sie als wahre Mutterblätter erscheinen. Aehnlich verhält es sich bei Alisma.

§. 793.

Nicht so sicher erscheinen mir die Carpelle der Asperifolien und Labiaten als Blattorgane, vielmehr kann ich hier nur die Narbe und den Griffel als solche ansehen; diese sind an ihrer Basis eingelenkt und fallen nach dem Verblühen ab, während die Carpelle sich weiter entwickeln und wie Stengelglieder verholzen (Taf. 34. Fig. 4. 5.).

Auch die Carpelle der Rosaceen rechne ich hierher (Taf. 38. Fig. 9. 10. Taf. 33. Fig. 2. 5.).

Wir haben schon bei den Knospen des Grundstengels gesehen, dass sie theils neben, theils gerade unter der Basis der Blätter aus dem Stengelgliede hervorbrechen. Der letzte Fall ist sehr selten (Philadelphus), jener aber sehr häufig. Wenn wir nun in den obigen Fällen die Narben und Griffel als Blattorgane, die Carpelle dagegen als Stengelorgane ansehen, so zeigt sich in der

Knospenstellung ein ähnliches Verhältniss, nur mit dem Unterschiede, dass bei dem Fruchtstengel die Knospen, welche sich immer unter der äussern Zellenlage bilden, nicht hervorbrechen, sondern sich (wie bei Philadelphus) unter dieser Zellenlage entwickeln. Diese Zellenlage bildet sich bei dem Pistill selbst mit aus und wird zum Carpell. Entwickelt sich nun die Knospe gerade unter dem Griffel, so wird dieser beim Pistill terminal; weicht sie aber etwas seitwärts ab, so nimmt er eine schiefe Stellung auf dem Carpell ein; bildet sie sich aber schon im Anfang seitlich an der Basis des Griffels aus, so steht auch der Griffel seitlich an der Basis des Carpells. Der erste Fall kommt häufig vor (Spiraea, Rosa), der zweite findet sich bei Potentilla, der dritte bei Fragaria, Alchemilla, am auffallendsten aber bei den Boragineen (Taf. 34. Fig. 4.) und Labiaten. Dass die Narbe hier Blattorgan ist, beweist die Entwickelungsgeschichte, welche man namentlich an der ausgezeichneten Narbenbildung bei Heliotropium beobachten kann. Hier erscheint die Narbe wie ein sitzendes Blatt (Fig. 4. f.), ringsherum drängen die vier Knospen (Fig. d.) eben so viel kleine Hügel aus dem Fruchtstengel hervor, welche in der That anfangs nur emporgehobene Zellgewebschichten des Torus sind, die sich nur später nach und nach in die eigenthümliche harte Fruchthülle umwandeln und vom Torus durch eine Gelenkbildung trennen. Der Griffel erscheint erst später unter der Narbe, wie ein Blattstiel (Fig. 5. e.); sein Zellgewebe correspondirt wohl mit dem Torus und durch diesen mit den Knospen, aber nicht mit den äussern Carpellen.

Hinsichtlich der Liliaceen und Leguminosen pflichte ich der Ansicht *Schleiden's*, wonach die Carpelle als Stengelorgane betrachtet werden, vollkommen bei.

§. 794.

Bei den Ranunculaceen (Taf. 33. Fig. 6. f.) muss man entweder alle Carpelle als Blattorgane, oder als Stengelorgane ansehen. Es lässt sich die eine wie die andere Ansicht vertheidigen. Auch glaube ich nicht, dass hier die Entwickelungsgeschichte sichere Auskunft geben wird. Wir haben nun einmal nicht so absolut sichere Criterien, durch welche man immer genau bestimmen könnte, was Blatt ist, was nicht. Auch steht es keineswegs absolut fest, dass jedes Organ einer von diesen beiden Grundformen angehören müsse. Es ist nur die Idee in der Morphologie jetzt die herrschende geworden, alle Pflanzenorgane auf Stengel und Blatt zurückzuführen. Sie muss zunächst zu Ende geführt werden, damit wir sehen, wie

weit und wohin sie führt. Mag nun diese jetzt leitende Idee sich als richtig bewähren oder nicht, so steht jedenfalls nach den bisherigen Untersuchungen über den Fruchtstock so viel fest, dass er in morphologischer Beziehung sehr schwer zu deuten ist, wenn man seine Formen auf die Grundorgane der vorhergegangenen Formationsreihen zurückführen will, indem sich diese hier in sehr ungewöhnlichen Verhältnissen zeigen. Denn betrachtet man die Carpelle nach der bisher meist üblichen Weise als Blätter, so muss man gestehen, dass diese Blätter zur Regel haben, was denen der vorangehenden Formationsreihen nur ausnahmsweise zukommt, nämlich die Entwickelung von Knospen und das Wachsthum von der Basis zur Spitze; betrachtet man sie aber als Stengel, so lässt sich nicht läugnen, dass die Blattform, welche beim Grundstengel nur ausnahmsweise vorkommt, hier vorherrschend wird. Man möchte nach solchen Zusammenstellungen und solchem Hin- und Herwägen zuletzt wohl annehmen, dass der Unterschied von Blatt und Stengel gar nicht so streng in der Natur anzutreffen ist, wie er als leitendes Princip in der Wissenschaft aufgestellt worden und bei wissenschaftlicher Betrachtung festgehalten wird. Dass er wirklich nicht durch das ganze Pflanzengebiet angetroffen wird, davon geben zahllose Formen der kryptogamischen Gewächse den Beweis. Wenn ich aber dennoch in dem Vorstehenden eine Meinung geäussert habe, so geschah es, weil man bei wissenschaftlichen Darstellungen, sollen sie nicht vag und abstrus sein, irgend eine Meinung haben muss. Denn die Wissenschaft verlangt mit Recht, dass das letzte Glied sich verständlich und harmonisch an die vorhergehenden anknüpfe. Nun haben wir aber bei den Phanerogamen alle Formen von der Wurzel bis zu den Stauborganen auf Blatt und Stengelglied zurückgeführt, folglich müssen wir diese Betrachtungsweise auch bis auf das letzte Glied durchzuführen suchen. Dass aber gerade das letzte Glied in dieser Hinsicht oft zweifelhaft bleibt, findet sich nicht bloss bei dem Fruchtstock, sondern mitunter auch beim Laubstock. Ich erinnere an die sterilen Halme von Juncus und an Ruscus (§. 673. 679.). Wir haben hier das Ende des Stengelgliedes und den Anfang der Blattbase durch die Stelle bestimmt, an welcher ein jüngeres Glied hervorbricht und sich über das vorhergehende erhebt. Es gibt auch in der That keine andere Bestimmung, denn überall wo wir über den Anfang eines Blattes gewiss sind, erhebt sich auch über seine Basis noch seitlich ein zugleich verticales Glied. Die seitlich-verticale Gliederung ist es daher, welche die Trennung des Blattes von seinem Stengelglied bestimmt, und es darf uns darum nicht mehr auffallen,

wenn wir die Grenzglieder eines zusammengesetzten Pflanzenstockes nicht in Stengelglied und Blatt so deutlich wie bei den vorigen geschieden finden, weil bei diesen allein die Marke — das folgende Glied — fehlt und fehlen muss.

Das Blatt ist demnach seinem Ursprunge nach gar kein besonderes Organ, sondern eine Stengelgliedspitze. Diese wird aber zum Blatt, sobald unterhalb derselben ein jüngeres Stengelglied seitwärts hervorbricht. Von da an aber wendet sich der Nährungssaft stärker nach dem jungen Gliede, welches daher der geförderte Theil wird, während die vorige Stengelspitze, jetzt Blatt, von der Spitze bis zur Basis allmälig zu wachsen aufhört. Ein reines Blatt kann daher nur vorkommen, wo eine seitlich verticale Verkettung von Stengelgliedern stattfindet und wo die letztern immer unterhalb der Spitze der ältern hervorbrechen. Alle übrigen Pflanzenspitzen müssen als Blätter mehr oder weniger zweifelhaft bleiben [55]).

§. 795.

Betrachten wir nun die verschiedenen Formen, in welchen der Fruchtknoten und die Frucht weiter auftreten, so zeigt sich, wenn wir zunächst auf die Knospen keine ausführliche Rücksicht nehmen, Folgendes:

Der Fruchtknoten ist entweder ein einfacher, oder ein mehrfacher.

In beiden Fällen kann er als ein reiner oder als ein gemischter erscheinen. Der reine Fruchtknoten ist nur aus den Elementen des Fruchtstocks gebildet, der gemischte enthält noch die Elemente vorangehender Formationen. Wir betrachten zuerst die reinen und dann die gemischten Formen.

I. Einfache Frucht.

Bei dem einfachen reinen Fruchtknoten, der auch wieder eine einfache Frucht bildet, zeigt sich die Knospe entweder nackt, oder im Torus versenkt, oder durch ein Carpell bedeckt. Nackte Knospen, welche unmittelbar an einem Carpell offen hervorbrechen, wie die Knospen des Laubstengels, besitzen die Coniferen (Taf. 37. Fig. 2. 3.). Das Carpell (Fig. b.) erscheint blattartig ausgebreitet, aber es krümmt sich nicht zusammen, um die Knospen (Fig. a.) einzuschliessen. Die Knospen würden auch ganz offen und frei erscheinen, wenn sie nicht von aussen durch die zur blattartigen Deckschuppe vergrösserten Carpelle (ebendas. Fig. 7.) geschützt und eingehüllt wären. Diese vertreten in diesem Falle die Fruchthülle und man kann da-

her auch den Tannzapfen eine mehrfache gemischte Frucht nennen, weil an der Basis der Carpelle auch noch Deckblätter (Fig. 3. c.) vorhanden sind. Die Carpelle sind hier laterale und axilläre blattartige Zweige des Blustenstengels. Als unmittelbare und terminale Fortsetzung eines Laubzweigs erscheint der Fruchtstengel bei Viscum. Die Spitze dieses Zweigs bildet den Torus der Keimblüthe, welche (wie die Coniferen) keine Staubfäden enthält, aber mit einer vierblätterigen Blumenhülle versehen ist, folglich einen Blumenstengel besitzen muss. Das Ende desselben bildet einen wenig convexen Torus, welcher zugleich Narbe ist, und in demselben, noch unter der Region der Blumenhülle, entwickelt sich die Knospe, deren Hülle der Torus selbst ist.

In allen folgenden Fällen ist die Knospe durch ein nach aussen entwickeltes Carpell, oder durch mehrere bedeckt.

§. 796.

A. Einfächerige Frucht.

Ein geschlossenes Carpell mit einer Knospe besitzen Sparganium, Typha, Lemna. Eine Knospe von zwei innig verwachsenen Carpellen umschlossen, entwickeln die Gräser. Man schliesst hier auf zwei Carpelle, weil zwei Narben vorhanden sind. Zwei Carpelle, welche meist Längsgliederung besitzen und daher eben so viele Knospen tragen, als Glieder vorhanden sind, haben die Leguminosen (Taf. 34. Fig. 14. b.). Die Carpelle sind als zwei in gleicher Höhe entspringende Fruchtstengelzweige anzusehen, welche an einer Seite ihre Knospen entwickeln, an der andern aber sich flügelartig ausdehnen. Sie sind anfangs mit den gleichartigen Seiten verbunden, bilden gemeinschaftlich eine Höhle, in welcher sie die Knospen bergen, trennen sich aber, wenn diese ihre Reife erlangt haben, in zwei Fruchtklappen. Einfächerige Fruchtknoten mit zwei Carpellen besitzt auch Erythraea und andere Gentianeen. Die Carpelle sind hier mit den von beiden Seiten einwärts gebogenen Rändern verwachsen und an diesen vier Rändern, welche mehr oder weniger in den innern hohlen Raum hineinragen, sitzen die Samen in vier Zeilen.

Bei Viola (Taf. 38. Fig. 11. a. a. a.) und Reseda sind drei Carpelle mit den Rändern verwachsen, bei Reseda ist aber oben eine bedeutende Oeffnung; bei beiden sind die Carpelle in der mittlern Längenaxe verdickt; diese Verdickung trägt inwendig viele dicht gestellte Knospen, während die flügelartigen Ränder mit einander zu einer einfächerigen Kapsel verwachsen. An diesen Rändern

springt bei Viola die reife Frucht auf, während Reseda ihre Samen durch die obere weite Oeffnung ausstreut.

Bei Passiflora verwachsen ebenfalls die Carpelle an ihrem Rande, aber sie entwickeln an ihrer ganzen innern Fläche Knospen.

Bei der Steinfrucht (drupa) haben wir drei Carpelle, zwei innere harte, welche das sogenannte putamen bilden und die Knospe einschliessen, und ein äusseres, welches rings das putamen umgibt (Kirschen, Pflaumen).

Einen Doppelquirl von Carpellen, einen äussern und innern, besitzen die Caryophylleae (Taf. 37. Fig. 19. 21.) und Primulaceae. Der äussere besteht aus sterilen, der innere aus fertilen Carpellen; jene bilden eine kronenartige Hülle, diese eine centrale Gruppe, in welcher sie mehr oder weniger innig mit einander verwachsen sind. Dieser Doppelquirl ist auch bei Chelidonium und Argemone vorhanden, die einzelnen Quirle sind dort zwei-, hier mehrgliederig, aber in beiden Fällen vereinigen sich die Elemente des innern Quirls nicht im Centrum, sondern entfernen sich von demselben und nehmen eine Randstellung innerhalb des äussern Quirls ein, welcher auch hier die Fruchthülle bildet. Die Elemente des innern Quirls verbinden sich an der Spitze und stellen dünne fadenförmige Zweige dar, welche der Länge nach mit Knospen besetzt sind.

Wie bei Chelidonium ist auch die Frucht (Schote) der Cruciferen (Taf. 37. Fig. 12.) gebildet, nur sind die beiden innern fertilen Elemente durch eine dünne Scheidewand verbunden, wodurch diese Frucht wirklich (nicht scheinbar, wie man zu sagen pflegt) zweifächerig wird. Bei manchen Schoten wird die Scheidewand sogar von einem mittelständigen Gefässbündel durchzogen.

§. 797.

B. Mehrfächerige Frucht.

Diese kann auf dreierlei Weise entstehen:

1) Durch Zusammenwachsen von innern Vorsprüngen eines Carpellquirls von der Mittelaxe der einzelnen Carpelle aus, die sich im innern Raume treffen. Hierher gehört die aus zwei Carpellen gebildete Frucht von Alectorolophus, wo die Carpellen geflügelte Zweige darstellen, die mit ihren Flügelrändern und mit den Axentheilen verwachsen sind. Die verwachsenen Axentheile tragen die Knospen. Die Frucht springt in der Reife an den Rändern auf, die Axentheile bleiben verbunden. — Beispiele mit drei Carpellen, deren Knospentragende Einsprünge die Scheidewände der kapselartigen

Frucht bilden, liefert Tulipa (Taf. 36. Fig. 17.) und andere Monocotyledonen; mit vier Carpellen: Euonymus (Taf. 37. Fig. 8.).

2) Durch flügelartige Vorsprünge eines centralen Knospenstengels, welche bis zu den Elementen des äussern Carpellquirls reichen, z. B. bei Impatiens. Die Scheidewände bilden hier jedoch nur sehr zarte Wände.

3) Durch seitliches Verwachsen von Carpellen, von denen jedes einzelne seine Ränder gegen einander geschlagen und am Rande zu einer geschlossenen Höhle vereinigt hat, in welcher sich die Samen bilden. Die Scheidewände sind hier doppelt. Es kommen wieder verschiedene Fälle vor:
   a) Die Carpellen stehen mit ihrem Rücken zusammen und öffnen sich auswärts (Euphorbiaceae), oder in der Spitze (Antirrhinum), oder gar nicht (Acer [Taf. 38. Fig. 1.]).
   b) Die Carpellen stehen mit ihrem Rücken nach aussen, mit den Rändern nach innen und die Frucht öffnet sich, indem die verwachsenen Ränder von oben nach unten sich trennen. Die Samen stehen entweder an der innern Seite der Carpellränder (Liliaceae), oder an der ganzen innern Carpellfläche (Butomus).

§. 798.

II. Mehrfache Frucht (Sammelfrucht, Syncarpium).

Bei der mehrfachen Frucht sitzen mehrere einzelne getrennte Früchte oder Fruchtknoten auf einem Fruchttorus. Dieser Fruchttorus ist entweder nur sehr wenig entwickelt (Sedeae, Paeonia, Helleborus, Alisma), oder er erhebt sich mehr oder weniger (Rubus [Taf. 33. Fig. 5. e.], Fragaria [Taf. 38. Fig. 9.], Ranunculus [Taf. 33. Fig. 6. e.], Myosurus). Die einzelnen Früchte haben meist die Bildung der einfachen einfächerigen Frucht. Die meisten sind aus einfachen Carpellen gebildet und sind einsamig (Ranunculus, Alisma), oder mehrsamig (Aconitum); bei Rubus stellen sie kleine Steinfrüchte dar. Sie stehen entweder in Quirlen um eine centrale Axe (Malvaceae, Geraniceae), oder die Axe fehlt (Paeonia); an dem erhabenen Torus sind sie in aufsteigende Spiralbänder geordnet (Ranunculus, Adonis, Myosurus). Der Torus wird bei Fragaria fleischig und essbar.

§. 799.

Die gemischte Frucht entsteht gewöhnlich da, wo entweder die Elemente des Fruchtstengels nicht ausreichen die Knospen einzuhüllen, oder wo derselbe sich ganz oder theilweise unter dem Niveau der vorangegangenen Stengelsysteme entwickelt (Unterständiger Fruchtknoten). Doch kommen auch Fälle vor, wo Keins von Beiden stattfindet, sondern Blätter der Blumenhülle stehen bleiben, sich weiter entwickeln und die Frucht noch mit einer besondern äussern Hülle bekleiden. Dieser letzte Fall kommt bei den Eicheln, Bucheln und Haselnüssen vor, wo die sogenannte cupula die Frucht theilweise umgibt; auch findet sich noch Aehnliches bei der Gerste und der Gattung Carex, wo die Frucht noch von anschliessenden Blustenblättern bedeckt wird. Die Maulbeere, Ananas und die Frucht des Erdbeerspinats (Blitum) gehören ebenfalls hierher, indem die Carpellfrucht hier noch von fleischig gewordenen Blättern der Blumenhülle umgeben wird.

Bei dem unterständigen Fruchtknoten unterscheiden wir wieder den halb- und den ganz vertieften.

Zu dem halbvertieften gehört der der Saxifrageae; der ganz vertiefte kommt bei den Compositen (Taf. 38. Fig. 16.), Aggregaten, Valerianeen, Umbelliferen (Taf. 38. Fig. 17.), Onagreen, Aristolochien, Orchideen (Taf. 34. Fig. 1. b.), Irideen, Cucurbitaceen, Campanulaceen (Taf. 33. Fig. 3.), Myrtaceen, Rubiaceen, Grossularieen (Taf. 38. Fig. 14.), Vaccinieen, mehreren Rosaceen u. s. w. vor.

Wir unterscheiden auch den einfachen und den mehrfachen Fruchtknoten.

§. 800.

1) Der einfache unterständige Fruchtknoten.

a) Bei den Compositen gehen an der Aussenseite zehn Rippen herab, welche als Blattspuren (Stengelglieder für Kelch und Blumenkrone) angesehen werden müssen, denn auf ihren Enden sitzen der Pappus und die Blumenröhre (Taf. 38. Fig. 16.). Diese Stengelglieder bilden einen Hohlstengel und sind oben zusammengezogen. Dieser äussere Hohlstengel schliesst einen zweiten Hohlstengel ein, welcher an der Basis mit jenem verwachsen, aufwärts aber bei der reifen Frucht von ihm getrennt und lose in ihm eingeschachtelt ist. Er zeigt gar keine Gliederung, trägt aber auf seinem innern Grunde eine umgekehrte Knospe, ist an seiner Spitze ebenfalls zusammengezogen und verlängert sich nach oben zu einem

fadenförmigen Griffel, der sich am Ende in zwei Narben theilt. Ich halte diesen zweiten Hohlstengel für ein einfaches Carpell, das sich erst in seinem folgenden Gliede, dem letzten der Formationsreihe, nochmals in zwei Hälften spaltet.

b) Bei den Umbelliferen sind die Blattspuren der herablaufenden Kelchzähne u. s. w. ebenfalls deutlich vorhanden (Taf. 38. Fig. 17.). Der äussere Hohlstengel (c.), welcher durch die Stengelglieder der Blumenhülle und Stauborgane gebildet wird, hat meist ziemlich starke Wände und seine Höhle verengt sich nach oben etwas; in seiner Mitte erhebt sich eine zweigliederige centrale Längenaxe (a.), welche der eigentliche Grundstengel für die Frucht ist. Jedes Glied entwickelt an seiner Spitze einen Zweig (b.). Beide Zweige wenden sich abwärts und nehmen zwischen der Centralaxe (a.) und dem vorgenannten Hohlstengel (c.) ihren Platz neben einander ein. Diese Zweige bilden die Carpellen dieser Frucht, in deren Grunde (der aber hier nach oben steht) sich ebenfalls die Knospe bildet. Die Seiten und die abwärts gerichtete Spitze der Carpellen verwachsen mit den innern Seiten des äussern Hohlstengels, noch inniger aber mit dessen Basis, während der nach oben gekehrte Grundtheil (b.) oben zu der Oeffnung des äussern Hohlstengels herauswächst und jeder sich zu einem Griffel mit breiter, die Kelchzähne meist bedeckender Basis entwickelt. Bei der Fruchtreife reisst der äussere Hohlstengel mit seiner eingelenkten Basis vom Blumenstiele los, spaltet sich in zwei Hälften, deren jede ein Carpell enthält, welches an der Spitze seines zur Centralaxe gehörenden Muttergliedes hängen bleibt. Diese Glieder bleiben entweder mit einander bis unter der Spitze zu einer steifen Längenaxe seitlich verbunden (Chaerophyllum), oder trennen sich auch bis auf die Basis in zwei schlanke fadenförmige Träger (Aethusa).

c) Bei den Grossularieen (Taf. 38. Fig. 13. 14.) sind ebenfalls zwei Carpelle vorhanden, welche bis auf die dünne röhrenförmige Spitze (c.), die zu einem Griffel mit zwei Narben auswächst, von dem äussern Hohlstengel (a.) umgeben sind, aber sie entspringen an der Basis (g.) und sind hier mit dem Aussenstengel verschmolzen, während sie nach oben von demselben (wenigstens anfangs) lose (obschon anschliessend) umgeben sind. Die Carpellen (Fig. 13. b.) verwachsen mit ihren Rändern zu einer einfächerigen Fruchthülle; die Ränder sind schwach einwärts gebogen und tragen die Knospen (f.), welche die Höhle ausfüllen. Diese stehen demnach in vier Zeilen.

d) Bei den Orchideen sind von dem dreiblätterigen Kelche drei deutliche Blattspuren vorhanden, welche mit den drei eingeschlossenen Carpellen verwachsen sind. Jedes der letztern hat nach innen und der Länge nach, unmittelbar von der Mittelaxe aus, einen leistenförmigen Vorsprung, welcher die zahlreichen, sehr kleinen Knospen entwickelt und sich häufig der Länge nach in zwei Lappen spaltet. Nach oben verlängern sich die Carpelle, bilden die Narbe und sind noch mit den Spuren der Staubblätter — also mit dem Staubblattstengel — verwachsen.

e) Die Irideen. Wenn man eine Irisblume, von der Basis ihres Fruchtknotens an, in eine angemessene Zahl Querschnitte theilt, und diese, welche die concentrische Gliederung und deren Veränderungen zeigen, mit der verticalen und radialen Ausbildung, welche namentlich auch innerlich durch den Verlauf und die Anordnung der Gefässbündel bezeichnet wird, vergleicht, so ergibt sich Folgendes:

Man findet von dem Stiele an bis zur Blumenhülle nach aussen immer sechs Seiten entwickelt und zwar drei Kelch- und drei Kronenseiten. Diese Seiten repräsentiren nach aussen zugleich die Blattspuren der Blumenhülle. Die Kelchseite ist unten die schmälere, oben, an der Basis der Blätter, die breitere; sie gleicht unten einer stumpfen zugerundeten Kante. In der Region des Fruchtknotens, wo derselbe drei Höhlen bildet, spaltet sich die Kelchseite der Länge nach. Die Spalten führen in die drei Fruchthöhlen. Ueber denselben ist die Blumenröhre eingelenkt, darum bricht die obere Blume an dem obern Ende des Fruchtknotens ab. Schon im Fruchtknoten kommt eine doppelte Spaltung des Hauptgefässbündels dieser Kelchseite vor und zwar so, dass zwei Hälften desselben zu beiden Seiten der Radien zu liegen kommen, in welchen die Spalten liegen, die andern beiden aber zu beiden Seiten einer von der Aussenseite eingeschlossenen Kreislinie. So entstehen in jeder Kelchseite vier Hauptbündel, wovon die durch den Radius getheilten sich über dem Spalt der Frucht theilweise wieder vereinigen. Das innere und äussere Bündel aber treten deutlicher aus einander und wo nun oben die Blumenröhre sich erweitert, bildet das innere Gefässbündel den innern leistenförmigen Vorsprung eines jeden der drei Kelchblätter, welcher nach oben sich als Staubfaden trennt, während die Theile des äussern Gefässbündels sich in die Kelchblätter verzweigen. Es lassen sich sonach die Bündel der Kelch- und Staubblätter bis in den Blumenstiel verfolgen und hier sind beide Kreise noch in einem vereinigt; aber schon in der Fruchtknotenregion geht die Trennung in einen

innern und äussern Kreis, deren Elemente in denselben Radien liegen, vor.

Ueber dem Ende der Fruchthöhle wird in den Radien der Staubgefässe und der Kelchseiten der Anfang der Narben in Form von drei schmalen Gefässbändern bemerkt, welche nach der Mittelaxe zu von dem obern Ausgang der Fruchthöhlen getrennt sind; weiter hinauf dehnen sich die Gefässbündel zu drei breiten Bändern aus, welche sich schnell von den Staubgefässbündeln entfernen und die drei Ausgangsröhren, die zuletzt in eine verschmelzen, in geringer Entfernung umgeben; bald trennen sich diese Stengelglieder der Narben seitlich von der Kelch- und Staubblattpartie, indem sie sich in der Nähe des hohlen Centrums immer dichter an einander legen und bilden so die drei Griffel und Narben. Die Staubfäden sind noch länger mit dem Kelchtheil verbunden.

Die drei Kronenseiten sind unten die breitern und oben die schmälern. Sie wechseln in derselben Peripherie mit den Kelchseiten ab und sind im Blumenstiel durch (gewöhnlich) drei, in derselben Umfangslinie liegende Gefässbündel charakterisirt, deren Zahl sich auch vermehren kann. Da wo durch Anschwellung des Stieles sich allmälig der Uebergang zum Fruchtknoten zeigt, wächst von jeder Kronenseite nach innen eine Leiste als Knospenstengel vor, indem sich gleichzeitig das mittlere grössere Gefässbündel nach innen verzweigt. Diese Leisten sind im Centrum verwachsen und begrenzen inwendig die drei Fruchthöhlen, deren Scheidewände sie bilden. Bald aber sieht man etwas aufwärts im Centrum einen leeren Zwischenraum, der weiter oben sich wieder schliesst. Er trennt in der Mittelregion des Fruchtknotens die drei Leisten von einander, welche einen kleinen Ansatz entwickeln, aus welchem die Knospen zu beiden Seiten hervorbrechen. Die drei Ansätze berühren sich seitlich und verwachsen mit einander zu einem centralen Knospenstock, dessen drei Knospen-tragende Seiten in die Höhlen hineinreichen und den Spalten der Aussenwand gegenüber liegen. In der Reife stellt die Irisfrucht eine Kapsel dar, welche an den drei Spalten von oben nach unten aufspringt. Dadurch entstehen drei Klappen, deren mittlerer Theil, nach aussen, aus der Kronenseite, nach innen, aus den drei, als Leisten und Scheidewände erscheinenden Knospenstengeln besteht, wovon jeder zwei Reihen Samen trägt, während die Ränder der Klappen aus den gespaltenen und nach links und nach rechts vertheilten Hälften des untern Kelch- und Staubblattstengels gebildet werden. Oben gehen die peripherischen und concentrischen Theile sämmtlich durch radiale Spaltungen aus einander. Hieraus sehen wir deut-

lich, dass die ganze Gliederung der Blume durch concentrische und radiale Spaltungen hervorgerufen wird, zugleich aber auch, wie damit die Anordnung der Glieder zusammenhängt.

f) Bei den Onagreen (Taf. 38. Fig. 12.) ist der Bau des Fruchtknotens dem der Irideen sehr ähnlich, nur trennt sich der eigentliche knospentragende Theil der Leisten als centrale Axe, während der andere mit den Fruchtklappen innig verwachsen bleibt. Auch sind hier acht Glieder in dem Stengelumfang vertheilt und die Narben erscheinen nicht als innere Zweige des äussern Hohlstengels, sondern als unmittelbare verticale Fortsetzung des centralen Knospenstengels, dessen Blattkrone sie bilden.

g) Bei den Cucurbitaceen (Taf. 38. Fig. 15.) sollen nach *Barnéoud* ursprünglich fünf Carpelle vorhanden sein, von denen jedoch bei Cucumis und andern bald zwei verkümmern und rasch verschwinden. Die Carpelle verwachsen und verschmelzen zum Theil mit den umgebenden Stengelgliedern der Blumenhülle, so dass sich die Grenzen verwischen und die Formen an manchen Stellen in einander fliessen. Bei dem Querschnitt einer Gurke sieht man als Samenstengel drei von der Mittelaxe radial nach dem allgemeinen Stengelumfange ausgehende Scheidewände, die sich an ihrer äussern Grenze abplatten. Diese Platten (b.) bilden Theile des Umfangs des eingeschlossenen Samenstengels, und von ihrer innern Seite entspringen nach der Axe zu hängende Samenknospen. Zwischen den Samen der benachbarten Platten erstreckt sich ebenfalls als radiale Scheidewand von der Centralaxe aus eine Schicht dunkleren Zellgewebes, dessen äusseres Ende sich in dem allgemeinen Stengelumfange verliert. Von diesem dringt das Zellgewebe in das ganze Innere ein und füllt alle Zwischenräume aus, so dass keine eigentlichen Höhlen in dem unterständigen Fruchtknoten der Gurke vorkommen. *Endlicher* und *Arnott* betrachten den Samenträger als aus drei bis fünf Carpellen bestehend, welche zuerst bis zur idealen Axe einwärts, dann von da aus wieder zurückgekrümmt sind.

h) Die Pomaceen haben einen sehr fleischigen Aussenstengel. Beim Apfel und der Birne sind die fünf blattartigen Carpelle mit dem Rücken an einander gewachsen und bilden dadurch eine gemeinsame Axe, die sich nach oben in die Griffel und Narben verlängert; sie trägt auch die Samen, meist je zwei in einem Fache, wovon bisweilen einer aufwärts gerichtet ist, während der andere (obere) herabhängt. Die Fächer des Carpellhauses (in der Volkssprache Gröps genannt) werden durch das Nachaussenschlagen und Verwachsen der Carpellränder gebildet. Die Carpellen sind mit dem umgebenden fleischigen Hohlstengel verwachsen.

§. 801.

2) Der mehrfache unterständige Fruchtknoten.

Er entspricht dem mehrfachen oberständigen mit dem Unterschiede, dass der Torus, welcher hier die einzelnen Früchte trägt, sich unter das Niveau des vorhergehenden Blumenstengels senkt und daher von diesem eingeschlossen wird. Beispiele bieten die Gattungen Agrimonia und Rosa. Bei Agrimonia werden jedoch nur wenige (meist zwei) Einzelfrüchte angelegt, von denen sich in der Regel nur eine entwickelt. Bei Rosa (Taf. 33. Fig. 2. f.) sind eine ziemliche Anzahl Einzelfrüchte vorhanden, welche je aus Einem Carpell gebildet sind.

§. 802.

Wir haben nun am Schluss dieser Betrachtungen über die Frucht noch zu erwähnen, wie die bisherigen Eintheilungen und Benennungen ihrer verschiedenen Formen zwar ihre wissenschaftliche Erklärung finden, aber keine von ihnen wissenschaftlich begründet ist, indem man sich bei ihrer Aufstellung und Benennung mehr von unwesentlichen, als von wesentlichen Merkmalen hat leiten lassen. Im Allgemeinen ist zu erwähnen, dass die Substanz der Frucht sehr verschiedenartig ist und dass in der systematischen Kunst-, so wie in der Volks-Sprache gewisse Benennungen wie Beere, Kapsel, Nuss, Steinfrucht u. s. w. sich darauf gründen.

Die Beeren- und apfelartigen Früchte sind fleischig und saftig. Aber die saftigen Theile sind oft sehr verschieden. So sind bei der Maulbeere nur die stehengebliebenen Blätter der Blumenhülle saftig und fleischig; bei Cucubalus baccifer ist es der Kelch, bei Prunus nur das äussere Carpell, die beiden innern dagegen sind steinig (daher Steinfrucht, drupa); bei Vitis und Solanum werden alle Carpelle fleischig, bei Rosa und Pyrus nur der äussere hohle Blumenstengel, mit Ausschluss des Stiels und der Carpelle, bei Ribes und Cucumis sowol der äussere Hohlstengel, als auch die Carpelle, bei der Ananas sogar fast alle Blatt- und Stengelorgane von der Frucht bis zum Blustenstengel; bei Fragaria wird nur der Blumenboden fleischig, auf welchem die trocknen Einzelfrüchtchen sitzen; bei Rubus dagegen von den Einzelfrüchtchen bloss das äussere Carpell.

Trockne Früchte mit einem oder mehreren Fächern werden gewöhnlich Kapseln genannt. Bei manchen werden die Carpellen holzig (Pinus), bei andern steinhart (Corylus).

Die organische Hülle, welche einen oder mehrere Samen umschliesst, überhaupt die äussere Wand der Frucht bildet, wird im Allgemeinen, ohne Rücksicht auf ihre Abstammung, Fruchthülle (pericarpium) genannt. Sie ist bald glatt, bald mit besondern Erhabenheiten und Vertiefungen versehen, welche Warzen, Rippen, Stacheln, Haken, Furchen, Thäler, Riefen u. s. w. genannt werden; wieder andere sind mehr oder weniger behaart. Mitunter wachsen flügelartige Fortsätze aus, wodurch die sogenannte Flügelfrucht (samara) bei dem Ahorn, der Ulme u. s. w. entsteht; oder dünne Verlängerungen an der Spitze, wodurch sie geschnäbelt (Ranunculus), oder geschwänzt (Pulsatilla) wird. Eine andere wichtige Erscheinung ist bei der spätern Fruchtbildung die Entwickelung von innern Scheidewänden, wodurch die anfangs im Fruchtknoten versteckte Gliederung deutlich wird, z. B. bei den schon (§. 789.) erwähnten Gliederhülsen (Hippocrepis) und bei der Gliederschote des Rettigs. In andern Fällen vermehrt sich bloss an den innern Wänden der Fruchthülle die Zellgewebsubstanz und legt sich um die Samen herum, z. B. bei den Bohnen, dem Johannisbrot. Im letztern Falle sind die Hüllen im innern Theile fleischig. Aus allen diesen Erscheinungen geht hervor, dass die Fruchthülle aus mehreren verschieden gebildeten Schichten besteht. Diese gehen dabei mehr oder weniger in einander über, oder trennen sich. Die äussere Schicht wird als epicarpium, die innere als endocarpium, bezeichnet; ist noch eine dazwischen liegende vorhanden, so heisst diese mesocarpium und, wenn sie fleischig ist, sarcocarpium. Es lassen sich aber oft vier Schichten unterscheiden.

Bei der Reife fallen die Früchte von ihrer Mutterpflanze früher oder später ab; manche, bei denen der Grundstock nur Eine Vegetationsperiode dauert, gehen mit diesem zugleich zu Grunde. Dabei öffnen sie sich, oder bleiben auch geschlossen und die Samen keimen dann in der geschlossenen Frucht und sprengen dieselbe gewaltsam, wenn ihre Hülle nicht schon durch Fäulniss, wie bei den Weinbeeren, Stachelbeeren u. s. w. zerstört ist, z. B. die Steinkerne der Kirschen, Mispeln. Als eigentliche Schliessfrüchte (achaenia) bezeichnet man besonders diejenigen, welche aus trockenen Schichten bestehen, wie z. B. die der Compositen, der Gräser, die Eichel. Spaltfrüchte (schizocarpia) nennt man diejenigen, welche bei der Reife in einzelne Fruchtglieder zerfallen, die nach Art der Schliessfrüchte ihre Samen einschliessen, also gleichsam aus verwachsenen Schliessfrüchten bestehen. Die Glieder bilden entweder Längsreihen (die Gliederhülse mancher Leguminosen), oder

Quirle (Euphorbiaceae, Labiatae, Tropaeoleae, Umbelliferae, Geraniaceae, Malvaceae). Die einzelnen Fruchtglieder werden articuli, mericarpia und cocci genannt. Kapselfrüchte (capsulae) endlich heissen solche, welche sich bei der Reife, theils vor, theils nach dem Abfallen öffnen. Das Oeffnen entsteht theils durch ein Zerreissen der Glieder durch mehr oder weniger tiefgehende Längsspalten (Iris, Lilium), oder durch Trennung der Glieder in die Quere (Anagallis, Hyoscyamus), wodurch sich der obere Theil wie ein Deckelchen ablöst, oder durch Seitenlöcher (Papaver, Campanula). Die durch Längsspalten entstehenden Theile der Fruchthülle heissen Klappen (valvulae).

Elftes Capitel.

Von den Knospen des Blumenstocks.

§. 803.

Am Blumenstock kommen zwei Arten von Knospen vor, nämlich Blustenknospen und Fruchtknospen.

Die Blustenknospen (gemmae florales), welche eine vollständige Pflanze entwickeln, sind nicht häufig, sie zeigen sich aber bei mehreren Laucharten in den Winkeln der Blustenblätter und treten hier anstatt der Blumen auf. Sie kommen im Wesentlichen mit den zwiebelartigen Knospen des Grundstocks überein.

§. 804.

Die Samenknospen (gemmulae) sind bei dem Blumenstock die wichtigsten und allgemein. Sie werden nur von dem Fruchtstock erzeugt. Der Kelch- und Kronenstengel bringen niemals Knospen hervor, eben so wenig der Antherenstengel. Doch gibt es Beispiele, dass an abnorm gebildeten Antheren Samenknospen entstanden sind; solche Fälle sind aber sehr selten. (Vergleiche *H. v. Mohl*, „Verm. Bot. Schriften." p. 28.)

Bei den meisten Botanikern heissen die Samenknospen Eierchen (ovula) und der Fruchtknoten daher Eierstock (ovarium), indem man die Pflanzenfrucht der thierischen gleichstellt. Wir haben nun zunächst die Stellung der Samenknospen am Frucht-

stock oder dessen Theilen zu erörtern und danach unterscheidet man a) die grundständige Knospe (gemmula basilaris), wenn sie im Grunde einer Fruchtknotenhöhle (Taf. 38. Fig. 16., Taf. 37. Fig. 16. — Fig. 14. 18.); b) die hängende Knospe (g. pendula), wenn sie an der Decke derselben (Taf. 36. Fig. 13. 14.); c) die seitenständige Knospe (g. lateralis), wenn sie an der Seitenwand derselben entspringt (Taf. 36. Fig. 7.). Sie kann ferner aus einem centralen Fruchtstengel hervorbrechen und auch hier eine terminale oder laterale Stellung einnehmen. Beispiele zu a. liefern die Compositen, zu b. Hippuris, zu c. die Gräser. Einen eingliederigen centralen Knospenstengel finden wir bei den Plumbagineen, den Polygoneen (Taf. 37. Fig. 10.), einen mehrgliederigen centralen bei den Alsineen (Taf. 37. Fig. 19. 21.), einen mehrgliederigen lateralen und mit andern verwachsen bei Viola (Taf. 38. Fig. 11.), Orchis, Iris u. s. w., deren Verhältnisse schon oben ausführlicher besprochen sind.

§. 805.

Wie jede andere Knospe, so erscheint auch die Samenknospe in ihrem Anfang als eine kleine Zellengruppe, welche sich selbständig an einem ältern Pflanzenorgan entwickelt und als ein Knötchen nach aussen hin (hier nach der Fruchtknotenhöhle) erscheint (Taf. 36. Fig. 2.). Es ist ein eigenthümlicher Vegetationspunkt, der sich bald zu einer kleinen Stammaxe ausbildet. Das Ende dieser Stammaxe ist die Samenknospe. In und an demselben gehen die Veränderungen vor, welche die Samenknospe charakterisiren. In dem einfachsten Zustande, wie sie z. B. bei Viscum erscheint, nennt man sie Knospenkern (nucleus). An diesem unterscheidet man dann wieder die Basis (hilus), d. i. die Stelle, womit derselbe angeheftet ist, und die Spitze als Kernwarze (mamilla nuclei). Die kleine Stammaxe, welche sich unterhalb der Basis noch entwickelt und als Bindeglied erscheint, welches der Knospe die Nahrung von der Mutterpflanze zuführt, heisst Knospenträger oder Nabelstrang (funiculus). Der Knospenkern ist bei Viscum, Hippuris und den Rubiaceen ohne besondere Bekleidung, also nackt (n. nudus). In andern Fällen entsteht an einer Stelle unterhalb der Samenknospe eine ringförmige Erhebung von Zellgewebe (Taf. 36. Fig. 3. 4. 5.), welche nach der Knospenspitze zu weiter wächst und den Kern bis auf eine kleine Oeffnung einschliesst. So entsteht die einfache Knospenhülle (integumentum), welche bei Taxus, Juglans, den Polygoneen, den Gamopetalen angetroffen wird.

Bei den Monocotyledonen und den meisten Dialypetalen (z. B. Leguminosen) entwickelt sich noch eine zweite Knospenhülle, welche jene erste ganz oder auch nur theilweise bedeckt (Fig. 11. c. d.). Die Oeffnung (g.), welche die Hüllen an der Kernwarze lassen, heisst der Knospenmund (micropyle) und man unterscheidet bei doppelten Knospenhüllen den äussern als exostomium und den innern als endostomium. Die innere Region an der Basis der Knospenhüllen (Fig. 11. b.) heisst der Knospengrund (Hagelfleck, chalaza). Der Knospengrund ist zugleich das Ende des Knospenträgers, welcher von einem Gefässbündel durchzogen wird, das seinen Ursprung in der Mutterpflanze nimmt und im Knospengrunde in einer platten- oder trichterförmigen Ausbreitung endet. Hierdurch ist bei einem Längsdurchschnitt der Knospe der Knospengrund leicht zu erkennen. Besondere Auswüchse an der Knospe erscheinen nun theils noch an der Kernwarze, welche bei Loranthus zu einer Art Griffel mit Narbe auswächst, theils an dem Knospenmund, welcher bei Abies und Larix (Taf. 37. Fig. 5.) in eine zweilappige papillose Narbe vorgezogen ist. Ausserdem kommen noch Verdickungen an der innern (Liliaceae) und äussern (Euphorbiaceae) Knospenhülle vor. Endlich entsteht auch bisweilen noch eine dritte Hülle um die Samenknospe, welche Samenmantel (arillus) genannt wird (§. 813.).

Die Entwickelung des Knospenkerns, welcher von einer oder mehreren Hüllen umgeben ist, ist sehr ungleich; so ist er bei Lilium sehr deutlich eiförmig, bei Pedicularis und andern Scrophularinen lang cylindrisch, bei Convolvulus nur convex und bei Scabiosa „fast nur ein Punkt, auf den der Mikropylecanal zuführt“ (*Schleiden*).

§. 806.

Nur in wenigen Fällen ist die Samenknospe geradeaus gewachsen, wie bei Viscum, Taxus, Polygoneae (Taf. 37. Fig. 10.), sie heisst dann aufrecht oder geráde (g. erecta), atropa). Meist kommen Krümmungen vor, welche sich entweder bloss auf den Knospenträger, oder auf die Knospe selbst erstrecken. Es werden hiernach folgende Formen unterschieden:

a) Die umgekehrte Samenknospe (g. anatropa). Der Knospenträger wird hier sehr lang, die Knospe hat sich, indem sie selbst gerade geblieben, so gewendet, dass ihre Kernwarze nach dem Ursprunge des Knospenträgers gerichtet ist. Der Knospenträger ist der ganzen Länge nach, so weit die Knospe reicht, mit ihrer Aussenseite verwachsen. Der angewachsene

Theil des Knospenträgers bildet eine hervorstehende Linie, welche Samennaht (raphe) genannt wird. Beispiele: Hippuris, Rubiaceae, Liliaceae, Compositae, Orchideae (Taf. 36. Fig. 11. 12. 13. 17.).

b) Die halbumgekehrte Samenknospe (g. hemianatropa). Die Entstehung ist ähnlich wie bei der vorigen Form, aber die Biegung beträgt nur ¼ Kreis (nicht ½) und der Knospenträger ist nur mit der untern Hälfte der Knospe verwachsen. Beispiele: Mehrere Aroideen, Lemna.

c) Die gekrümmte Samenknospe (g. campylotropa). Hier ist die Knospe wie ein kurzer Darm gekrümmt, so dass der Knospenmund neben dem Knospengrunde liegt. Die innere Seite ist in der Entwickelung gegen die äussere sehr zurückgeblieben (Taf. 36. Fig. 15.). Beispiele: Solaneae, Sileneae, Cruciferae, Gramineae.

d) Die halbgekrümmte Samenknospe (g. hemitropa). Die Krümmung der Samenknospe ist weniger stark, als im vorigen Falle, daher auch der Knospenmund nicht neben dem Knospengrunde liegt, sondern der Raum zwischen beiden wird zum Theil durch den angewachsenen Samenträger, also durch eine kurze raphe, ausgefüllt. Beispiele: Labiatae, Borragineae, Leguminosae.

e) Die gebogene Samenknospe (g. camptotropa). Die Samenknospe ist sehr lang und hufeisenförmig gebogen; die innere und äussere Seite sind ziemlich gleichförmig entwickelt und parallel. Beispiel: Potamogeton.

§. 807.

Der Keimsack (Taf. 36. Fig. 11. f. — Taf. 37. Fig. 5. f.). Die junge Knospe besteht von ihrer Spitze an bis auf den Knospengrund, mit Einschluss der Hüllen, aus jungen gleichförmigen Parenchymzellen, in welchen ein sehr reges Leben herrscht. Diese Zellen strotzen von bildungsfähigem Safte, den man auch Protoplasma genannt hat. Er ist schleimig und durch körnige Ausscheidungen getrübt. Er sammelt sich an einer Stelle im Innern des Knospenkerns an, dessen Gewebe hier aus einander weicht, und bildet hier einen zähen flüssigen Zellenkern (Vergl. I. Bd. §. 432. und 438.). Dieser umkleidet sich bald mit einer Zellenhaut und wird dadurch zu einer eigenthümlichen Zelle, welche von den umgebenden auch dadurch verschieden ist, dass sie dieselben (oft sehr bedeutend) an Grösse übertrifft [56]). Diese Zelle ist der Keim-

sack. Seiner Form nach ist er bald dünn oder fadenförmig, bald hie und da mehr oder weniger erweitert, selbst verästelt, meist aber eiförmig. Bei Viscum kommen zwei bis drei Keimsäcke zugleich vor. Seine Lage ist anfangs immer innerhalb des Knospenkerns, wo er mit dem einen Ende bald mehr dem Knospengrunde, bald mehr der Kernwarze genähert ist. Er vergrössert sich und verdrängt dadurch zum Theil, oder auch ganz das Gewebe des Knospenkerns, das zum Theil zerfliesst und von dem Keimsack und den übrigen Zellen aufgenommen wird. In manchen Fällen (Santalum, Phaseolus) wächst er auch über den Knospenkern hinaus.

§. 808.

Die Befruchtung. So weit und mitunter noch etwas weiter entwickelt sich die Samenknospe an ihrem Fruchtstengel. Aber sie bildet sich ohne Befruchtung nicht weiter aus, sondern stirbt ab. Unbefruchtete Samenknospen werden nie zu Samen, denn ihnen geht gerade das Wesen des Samens ab, nämlich der Keim. Dieser bildet sich im Keimsack durch Einwirkung eines Pollenschlauches; das „Wie?“ wird jedoch von denjenigen Physiologen, welche sich vorzugsweise mit diesen Untersuchungen beschäftigt haben, verschieden angegeben.

Amici [57]) war der Erste, der das Auswachsen des Pollens zu einem Schlauche von den Narben aus und das Eindringen desselben in das daselbst befindliche lockere („leitende“) Zellgewebe bis in den Samenmund einer Knospe verfolgte. Diesen Untersuchungen gingen die sehr ausgedehnten Arbeiten *Brongniart's*, so wie die Beobachtungen *Robert Brown's* [58]) bei den Asclepiadeen und Orchideen zur Seite. Beide bestätigten das Fortwachsen des Pollenschlauchs bis zur Samenknospe. Bei *Brongniart* kommt auch schon eine Stelle vor, wo es heisst: „Aus der Basis des Keimsacks geht ein kleines birnförmiges Bläschen hervor, das bei Ipomoea von Zellchen umgeben ist, die ganz unabhängig von demselben sind. Zu dieser Zeit ist dies Bläschen leer, durchsichtig und enthält nur einige sehr kleine, ordnungslos vertheilte Körnchen. Sein Hals scheint offen zu sein, und wie ich glaube, entspringt er durch eine Eindrückung der Membran des Keimsacks.“ Seitdem war *Schleiden* bemüht, in Folge sehr umfassender Untersuchungen über die Bildung des Embryo eine bestimmte Ansicht geltend zu machen, welche wir im Folgenden mittheilen wollen.

Wenn die Staubbeutel sich geöffnet haben, so wird der Pollen theils durch mechanisches Ausstreuen, theils durch Luftströ-

mungen, theils durch Insekten auf die Narbe, oder, bei den Coniferen und Cycadeen, auf den Knospenmund, oder, bei den Loranthaceen, auf die Kernwarze gebracht. Durch die an den genannten Stellen befindliche und von den Zellen abgesonderte Feuchtigkeit werden die Pollenkörner festgehalten, bleiben eine Zeitlang liegen, schwellen etwas an und die Pollenzelle wächst an irgend einer Stelle zu einer continuirlichen schlauchartigen Verlängerung, dem Pollenschlauch aus (Taf. 36. Fig. 16. a.). Dieser dringt bei den Loranthaceen, Coniferen und Cycadeen unmittelbar in die Kernwarze ein, bei den übrigen Pflanzen befindet sich von der Narbe bis zur Fruchtknotenhöhle ein lockeres Zellgewebe (d.), dessen Zwischenräume in die Höhle führen. Diese Zwischenräume des leitenden Gewebes durchkriecht der Pollenschlauch in längerer oder kürzerer Zeit, indem er sich verlängert, tritt in die Fruchtknotenhöhle und hier zuletzt entweder durch den Knospenmund, oder, nach Umständen, unmittelbar in die Kernwarze der Samenknospe ein. Hier trifft er entweder sogleich auf den Keimsack, oder er durchkriecht, wenn derselbe tiefer hinein liegt, das lockere Zellgewebe der Kernwarze, bis er den Keimsack erreicht. „Demnächst erscheint das Ende des Pollenschlauchs innerhalb des Keimsacks als ein längerer oder kürzerer, cylindrischer oder eiförmiger Schlauch, der nach der Höhle zu rund geschlossen ist, nach der Spitze des Keimsacks offen in den Pollenschlauch ausläuft; das Ende schwillt bald an, entweder so, dass das hieraus hervorgehende Bläschen (Keimbläschen) der ganze im Innern des Keimsacks enthaltene Theil des Schlauchs ist (Taf. 36. Fig. 18.), oder so, dass zwischen diesem Bläschen und der Spitze des Keimsacks noch ein längeres oder kürzeres cylindrisches Stück, der Keim- oder Embryoträger zurückbleibt. Sodann bildet sich im Innern des Pollenschlauchs Zellgewebe, indem Cytoblasten entstehen und auf diesen sich Zellen entwickeln. Dadurch dass in diesen Zellen neue Zellen entstehen und so fort, wird das Keimbläschen zuletzt unter allmäliger Volumenvergrösserung und unter Resorption der Mutterzellen, zu einem kleinen kugeligen oder eiförmigen, zelligen Körperchen (Taf. 36. Fig. 19. c. d.). Zugleich schnürt sich der Pollenschlauch aussen am Keimsack gewöhnlich ab und wird resorbirt, und häufig auch, besonders wo kein Embryoträger vorhanden ist, das Keimbläschen selbst abgeschnürt und liegt dann völlig frei in der Spitze des Keimsacks.“ Das Wesentliche der *Schleiden'schen* Ansicht beruht also darauf, dass der Befruchtungsact bei den Pflanzen in der Entwickelung der Pollenschlauchspitze zum Keimbläschen innerhalb des Keimsacks bestehe. Da nun das Keimbläs-

chen der erste Anfang des Keims ist, so geht hiernach die neue Pflanze unmittelbar aus dem Pollenschlauche hervor. Der Keimsack ist nur die Höhle und der Behälter für die Nahrungsflüssigkeit, in und aus welcher sich der Keim entwickelt und ernährt. Hiermit sind denn auch die Untersuchungen von *Wydler*, *Griffith, Tulasne, Schacht* und *Knorz*[59]) übereinstimmend. Nur darin ist man noch nicht gewiss, ob dabei der Keimsack bloss eingestülpt, oder vom Pollenschlauche durchbrochen werde. *Schleiden* führt als Beleg für seine Ansicht an, dass er die „ununterbrochene Continuität der Membran des Pollenschlauchs und des Embryobläschens“, in allen Fällen in einem bestimmten Momente beobachtet habe. Die Beobachtung haben auch *Schacht* und *Knorz* bestätigt.

Diesen Darlegungen stehen nun die Ansichten mehrerer anderer Physiologen gegenüber, unter denen die gewichtigsten *Amici, H. v. Mohl* und *Hoffmeister* sind[60]). Namentlich hat der letztere sehr umfassende Untersuchungen über diesen Punkt bekannt gemacht, deren wesentliche Resultate im Folgenden bestehen.

In dem Keimsack sondert sich nach vorhergegangener Bildung einiger Zellenkerne die bildungsfähige Flüssigkeit des obern, dem Knospenmunde zugewendeten Endes in zwei bis drei rundliche Massen, wovon jede einen Cytoblasten einschliesst. Diese Massen werden zu Keimbläschen, indem sie sich mit einer Zellenhaut umkleiden. Sie sind schon vor der Ankunft des Pollenschlauchs, selbst vor der Ausstreuung des Pollens, vorhanden, aber nur eins von ihnen entwickelt sich durch die Befruchtung zum Keim. Während der Befruchtung legt sich das schon fertige Keimbläschen an die innere Wand des Keimsacks, während sich das Ende des Pollenschlauchs aussen an dieselbe legt. Darin besteht nach den oben genannten Beobachtern der ganze sichtbare Befruchtungsact; der unsichtbare aber besteht in der Endosmose, in deren Folge sich die Flüssigkeit des Pollenschlauchs mit der des Keimbläschens vermischt. *Schleiden* entgegnet darauf: „Alles was die genannten Forscher beobachtet haben, enthält durchaus Nichts, was meiner Ansicht von Befruchtung widerspricht. Ich kann also gern zugeben, dass sie das Alles gesehen haben, aber ich füge hinzu, sie haben damit noch nicht alles und namentlich das wichtigste nicht gesehen.“ An einer andern Stelle heisst es weiter: „Die von mir in Chlorcalcium bewahrten Präparate von Pedicularis palustris haben sich wesentlich nicht verändert und zeigen die Continuität der Membran und des Lumens von Embryobläschen und Pollenschlauch unwidersprechlich. Dagegen verlieren alle so eben angeführten Untersuchungen (von *Amici, H. v. Mohl* und *Hoffmeister*) jede

Bedeutung und es bleibt nur noch die einzige Möglichkeit, dass ein präexistirendes Embryobläschen sich durch Copulation (wie bei Spirogyra) mit dem Pollenschlauch vereinigt. Dem kann ich allerdings zur Zeit noch nicht widersprechen, muss aber doch meinen entschiedenen Zweifel ausdrücken, dass sich die Sache so verhalte."

§. 809.

Der Keim (Taf. 37. Fig. 9. c.; 10. d.; 15. c.). Das Keimbläschen ist der Anfang des Keims. Es entwickelt sich gewöhnlich so, dass das nach der Kernwarze zu liegende Ende desselben zum Würzelchen, das andere aber, welches dem Knospengrunde zugekehrt ist, zur Keimknospe wird. Bei der geraden und aufrechten Samenknospe ist daher der eingeschlossene Keim gerade auf den Kopf gestellt (Taf. 37. Fig. 10. d.). Nach *Koch* („Berl. Zeitg." 1852. No. 95.) soll jedoch das Würzelchen bei Pistia dem Knospengrunde zugekehrt sein. Die fernere Entwickelung des Keimbläschens besteht darin, dass durch in demselben vorgehende Zellenvermehrung und Verwachsung ein Zellgewebskörperchen gebildet wird, welches als ein isolirter Vegetationspunkt angesehen werden kann. Denn die Bildung desselben geschieht wenigstens in so fern selbständig, als der neue Keim nicht als eine unmittelbare Fortsetzung des bisherigen Zellenlebens in der Samenknospe, sondern als der Anfang eines neuen zu betrachten ist, welches nur an das vorige anknüpft. Bei den Orchideen bleibt der Keim auf der Stufe des Vegetationspunktes stehen (Taf. 36. Fig. 1.). Bei einigen andern z. B. Cuscuta, und mehreren schon oben (§. 666.) angeführten acotyledonischen Keimpflänzchen entwickelt er sich nur etwas in die Länge und bildet dadurch eine Vegetationsaxe. In der Regel aber geht seine Entwickelung in dem Samen so weit, dass ein oder zwei Keimblätter und ausserdem auch oft noch eine Keimknospe gebildet werden.

Bei den meisten Monocotyledonen entwickelt sich nun das Keimkügelchen durch Längenwachsthum zunächst zu einem länglichen Körperchen, dessen spitzeres Ende als Würzelchen dem Knospenmunde zugekehrt ist, dann folgt das erste Blatt unterhalb und seitwärts von der entgegengesetzten Stengelspitze. Es erscheint anfangs als kleine Erhebung, die sich allmälig ringsum erstreckt und zuletzt die Stengelspitze scheidenartig umfasst. Die Entwickelung der Scheide rührt von einer regern Zellenthätigkeit her, welche die der Stengelspitze überholt. So wächst das erste Scheidenblatt als Stengelgliedspitze über die Stengelspitze hinaus, schliesst diese,

welche nur als schlafende Terminalknospe erscheint, entweder ganz vollständig, oder auch nur zum Theil, mit seiner Scheide ein, und bildet mit seiner Blattspitze zugleich den äussersten Punkt — also die absolute Spitze — des Keims. Wo die Terminalknospe ganz eingeschlossen wird, ist die Scheide bis auf einen kleinern oder grössern Spalt zugewachsen (Lilium, Triglochin, Arum). Die übrigen verschiedenartigen Formen werden dadurch gebildet, dass sich entweder das Würzelchen oder das Keimblatt vorherrschend und auf besondere Weise entwickelt. Der Keim der Gräser (Taf. 36. Fig. 8. 9. 10.) zeichnet sich dadurch aus, dass hier auch die Knospe sich bedeutend vergrössert.

Bei den Dicotyledonen entwickeln sich die ersten Blätter am Keimkügelchen durch Hervorwachsen zweier Wärzchen, dicht unterhalb der Spitze, welche allmälig sich zu den Cotyledonen ausbilden und gemeinschaftlich die zwischen ihnen liegende Spitze umfassen. Diese bleibt entweder auf ihrer niedern Stufe (als Vegetationspunkt) stehen, oder sie entwickelt sich zur zusammengesetzten Knospe, welche den Anfang mehrerer Blätter und Stengelglieder enthält. Auch die Entwickelung des Wurzelendes ist verschieden.

Bei den Zapfenträgern entwickeln sich am Keim mehrere (meist sechs bis neun) Erstlingsblätter gleichzeitig, welche ebenfalls die Terminalknospe bedecken und quirlförmig stehen. Das Würzelchen der Zapfenträger ist nach *Schleiden* dadurch ausgezeichnet, dass es niemals eine abgeschlossene Umgrenzung erhält und dadurch fast stetig in die vier langen Zellen des Keimträgers übergeht, welcher bis zur Reife des Samens bleibt und den Keim mit den anliegenden Theilen verbindet [61]).

§. 810.

Sameneiweiss (Taf. 37. Fig. 10. c.; 9. b.; 15. b.). Mit diesem Namen hat man das Zellgewebe belegt, welches sich zwischen dem Keim und den äussern Samenhüllen, die aus den Knospenhüllen entstehen, befindet. Seinem Ursprung nach ist es aber von zweierlei Art, indem es aus den Ueberresten des Knospenkerns besteht, oder aus Zellgewebe, welches sich innerhalb des Keimsacks bildet und hier unmittelbar mit dem Keim in Verbindung steht. Im ersteren Falle heisst es Perisperm (Keimsackhülle), im letzteren Endosperm (Keimhülle).

Das Endosperm bildet sich auf folgende Weise. Schon vor und während der Bildung der Keimbläschen kommen noch verschiedene Zellenbildungen im Keimsack vor, welche vorübergehend

sind, indem sie zerfliessen und verschwinden. So namentlich in dem Theile des Keimsacks, welcher nach dem Knospengrunde zu liegt. Diesen Schwindezellen folgt aber nach der Befruchtung die Bildung neuer Zellen, welche sich im freien Zellensafte entwickeln und zuletzt zu einem Gewebe verbinden. Die ersten Zellen entstehen an der innern Wand des Keimsacks und zugleich vom Keim aus. Sie ordnen sich schichtenweise an einander und eine Schicht setzt sich an die andere an, bis die Höhle des Keimsacks von aussen nach innen zugewachsen ist. Man findet daher oft die Wand des Keimsacks mit Zellenschichten ausgekleidet, während das Innere desselben noch aus einer flüssigen Masse besteht, die wegen der darin schwimmenden Zellenanfänge und anderer Substanzen eine milchige Beschaffenheit besitzt. In einigen Fällen wächst auch die Keimsackhöhle nicht ganz zu, und es bleibt dann entweder ein Raum übrig, der von der Milch (Cocosnüsse), oder von Luft ausgefüllt wird (Krähenaugen).

So gewiss es nun auch ist, dass der Eiweisskörper in vielen Samen aus Zellsubstanzen gebildet wird, die ihrem Ursprunge nach verschieden sind, so erkennt man doch häufig im reifen Samen diese verschiedenen Substanzen nicht, sondern es macht sich nur eine Schicht bemerklich, welche den Raum zwischen dem Keim und den Samenhüllen einnimmt. Das kann nun davon herrühren, dass diese eine Substanz bloss Endosperm ist, indem das Perisperm ganz verdrängt wurde; oder es kann auch ein Verschmelzen des Endosperms mit dem Perisperm stattgefunden haben. Für letztern Fall haben jedoch die Untersuchungen noch Nichts festgestellt. Da nun überhaupt dieses Verhältniss nur durch die Entwickelungsgeschichte aufgeklärt werden kann, diese aber bisher nur an wenigen Beispielen bekannt ist, so bezeichnet man auch jetzt noch im Allgemeinen die ganze Zellgewebmasse zwischen Keim und Samenschale als Eiweisskörper.

Die Substanz des Endosperms ist sehr verschieden. So bildet es bei vielen Pflanzen ein gewöhnliches Parenchym, dessen Zellen sehr viel Stärkmehl enthalten, oder es ist das letztere auch durch Oeltröpfchen vertreten; in andern Fällen sind die Zellen gallertartig (Cassia), oder hornartig (Umbelliferen), oder knochenhart und sehr verdickt (Dattelpalme, Steinnüsse).

Das Perisperm soll nach *Schleiden* nur dünnwandige, mit stärkmehlartigem oder andern Inhalt versehene Zellen enthalten.

§. 811.

Lage des Keims und Sameneiweisses. Die verkehrte Richtung, welche der Keim zur Samenknospe einnimmt, beweist, dass er nicht als ein selbständiges Erzeugniss der Samenknospe angesehen werden kann. Diese vertritt auch in der That nur Ammendienste gegen denselben; sie ist seine Pflegemutter, die ihn auch noch nährt, wenn er die äussern Hüllen derselben gesprengt hat. Die eigentlichen Ammendienste versieht aber dabei der Eiweisskörper und zu diesem nimmt der Keim, je nach der specifischen Beschaffenheit der Mutterpflanze, eine bestimmte Lage an. In der systematischen Botanik nennt man nun den Keim 1) **innenliegend** (intrarius), wenn er ringsum vom Eiweisskörper umgeben ist. Seine Richtung kann hier wieder sein a) aufrecht (embryo erectus s. orthotropus), wenn sein Würzelchen nach der Basis des Samens gerichtet ist; er kommt so bei antitropen Samenknospen vor (Taf. 37. Fig. 15. c.); b) umgekehrt (e. inversus s. antitropus) wenn seine Richtung die entgegengesetzte von der vorigen ist; er zeigt sich so bei der aufrechten Samenknospe (Taf. 37. Fig. 10. d.); c) halbgewendet (e. vagus s. heterotropus), wenn seine Lage zwischen den beiden vorigen Richtungen schwankt, z. B. bei der halbumgekehrten Samenknospe. — 2) Der Keim ist **aussenliegend** (e. extrarius), wenn er sich an der Seite, ausserhalb des Eiweisskörpers befindet (Taf. 36. Fig. 8. a.). In diesem Falle umschlingt der Keim bisweilen den Eiweisskörper und wird dann embryo amphitropus genannt. Er kommt so bei gekrümmten Samenknospen vor.

Ohne Rücksicht auf die vorigen Fälle ist bei den verschiedenen Krümmungn des Keimes besonders darauf zu achten, ob sie sich bloss auf die Keimblätter, auf das Würzelchen, oder auf den ganzen Keim erstrecken. Beispiele verschiedenartiger Krümmungen finden wir bei Punica, Fagus, Aesculus, Acer (Taf. 38. Fig. 2.), Cannabis (Taf. 36. Fig. 14.), den Leguminosen, Cruciferen u. s. w.

§. 812.

Die Samenschale (epispermium). Sie entsteht je nach Umständen bloss aus der äussern Zellschicht des Knospenkerns, der Kernhaut, oder aus dieser und einer oder den beiden Knospenhüllen, oder auch aus den letztern allein. Bei dem Samen von Veronica verschwinden sogar diese Hüllen an der einen äussern Seite, so dass derselbe hier ganz nackt erscheint, während an der

andern das Endosperm in convex-concaver Gestalt in seiner concaven Seite die Reste der Knospenhüllen aufnimmt (*Schleiden*). Diejenige Samenschale, welche sich aus den Knospenhüllen bildet, hat man auch als testa, die, welche nur aus der Kernhaut besteht, als spermodermis unterschieden.

Im Allgemeinen wird aber auch unter testa jede äussere Schale, gleichviel welchen Ursprung sie hat, verstanden; die auf sie folgende nennt man Innenschale (endopleura). Da die Entwickelungsgeschichte der Samenhüllen bis jetzt nur von sehr wenigen Pflanzen bekannt ist, so begnügt man sich grösstentheils damit, die Sachen zu beschreiben, wie sie gerade vorliegen.

Die äussere Schale ist dann immer mehr oder weniger durch Substanz, Farbe und anatomischen Bau von der innern verschieden. Auch ihre Dicke ist sehr verschieden. Gewöhnlich ist sie härter und fester als die innere, nicht selten auch von Gefässbündeln durchzogen, welche sich vom Knospengrunde aus erstrecken. Man unterscheidet gewöhnlich an ihr mehrere verschiedene Zellenschichten. Die Oberfläche ist glatt oder zeigt Unebenheiten, welche bald in Hervorragungen, bald in Vertiefungen bestehen. Die vorkommenden harten Schichten sind immer von Zellen mit verdickten Wänden und sehr kleinem Lumen gebaut. Manche Samen (Lepidium sativum, Cydonia, Linum) sind mit einer Schleimschicht überzogen. Die innere Schicht der Schale, ist gewöhnlich aus dünnhäutigen Zellen gebildet, die mitunter ein sehr lockeres, nach Umständen aber auch ein dichteres Parenchym bilden. Auch die innere Samenhaut besteht gewöhnlich nur aus einer ganz dünnen Zellenschicht. Mitunter ist sie aber auch ziemlich dick und steinhart (Vitis). Der Knospenmund ist bei dem reifen Samen in der Regel zugewachsen und erscheint hier als Narbe (cicatricula). Das hier befindliche Gewebe bildet sich bisweilen eigenthümlich aus und erscheint dann als Warze (Euphorbiaceae), Haarbüschel (Asclepiadeae), oder auch als ein sich ablösendes, dem Wurzelende des Keims aufliegendes Deckelchen (embryotega).

Die Schale wächst auch bisweilen zu einem häutigen, flügelartigen Rande aus (Pinus). Taf. 37. Fig. 7. a. b.

§. 813.

Der Knospenträger ist ebenfalls mancherlei Veränderungen unterworfen, welche sich erst während der Ausbildung des Keimes zeigen. So ist z. B. der schon oben erwähnte Samenmantel (arillus), welchen wir (§. 805.) als eine dritte Knospenhülle be-

zeichneten, ein Erzeugniss des Knospenträgers. Dieser Samenmantel ist in gewissen Fällen nur wenig entwickelt, in andern wieder sehr bedeutend. So bildet er bei den Leguminosen nur einen hervorragenden Rand an der Spitze des Trägers; bei den Salicineen bildet er lange Haare, welche den Samen ganz einhüllen; in andern Fällen ist diese Hülle eine ununterbrochene Haut (Nymphaea, Passiflora), welche bei Taxus fleischig und saftig wird und dadurch eine Scheinbeere bildet. Der letztere Fall kommt auch bei andern beerenartigen Früchten vor, aber hier löst sich das saftige Gewebe in Zellen auf und bildet mit andern losen Zellen der Fruchthülle den sogenannten Fruchtbrei, in welchem die Samen eingebettet liegen (Solanum, Ribes). Der Samenmantel bei Myristica, Euonymus (Taf. 37. Fig. 9. a.), Celastrus und Clusia flava soll nach *Planchon* [62]) vom Knospenmunde aus gebildet werden.

Sechstes Buch.

Von der innern Gliederung der Phanerogamen.

Erstes Capitel.

Innere Gliederung des Grundstocks.

§. 814.

Alle innere Gliederung der Pflanzenorgane beruht auf theilweiser Trennung gleichartiger und der Bildung ungleichartiger Zellgewebsmassen, welche in einem Blatt- oder Stengelorgane vereinigt sind. Die Grundlage aller verschiedenen Organe ist dieselbe. Sie besteht in einem Zellenkörperchen (dem Vegetationspunkte), welches aus jungen, sehr lebenskräftigen und im Anfange auch gleichförmigen Zellen (Cambium) zusammengesetzt ist. Bald aber bilden sich Abtheilungen in diesem Zellenkörperchen, indem gewisse Theile desselben sich anders entwickeln als die andern. Diese Abtheilungen sind die Anfänge der Pflanzenglieder, die wir in dem vorigen Buche als Stengel und Blatt unterschieden haben. Die innere Gliederung einer Pflanze geht anfangs immer gleichen Schritt mit der äussern. Die eine bedingt die andere. Daher finden wir auch, dass die Elemente der Blätter sich immer eine grössere oder kleinere Strecke weit in den Stengel hinein verfolgen lassen.

§. 815.

Die wesentliche innere Gliederung der Phanerogamen wird durch die Trennung des Gewebes in die verschiedenen Zellgewebsmassen (§. 512 fg.) hervorgerufen. Mit Ausnahme von Wolffia *Hork.*, gibt es unter den Phanerogamen keine bekannte Art ohne Gefässbündel. Die Gefässbündel (§. 517.) sind entweder von Bastzellen oder von verlängerten Holzzellen begleitet. Auch kom-

men sowohl die Bast- als die Holz-Zellen als besondere Bündel (Faserbündel, §. 506.) vor. Sehr häufig sind die Faserbündel im Stengel so vereinigt, dass sie auf dem Querschnitt einen Ring bilden.

§. 816.

Das Parenchym bildet die Grundlage des Gewebes. Es kommt in allen Formen vor, welche wir im ersten Bande (§. 513—516.) verzeichnet finden. Daneben finden sich Oel- und Milch-Zellen, so wie Lücken, welche theils mit Luft, theils mit harzigen, öligen oder andern Substanzen gefüllt sind (§. 520.). Spaltöffnungen sind eine normale Erscheinung, vorzüglich an der untern Fläche der Blätter der Landgewächse, so wie an der Blattspur junger Stengelglieder. Pflanzentheile, welche unter dem Wasser oder unter der Erde wachsen, entwickeln keine Spaltöffnungen. Daher haben auch die schwimmenden Blätter der Wasserpflanzen keine Spaltöffnungen auf der untern, wohl aber auf der obern Blattfläche. Eben so fehlen die Spaltöffnungen bei den meisten Schmarotzerpflanzen. Lathraea und Orobanche besitzen indessen welche; bei Neottia nidus avis sind sie nur selten (am Stengel) anzutreffen [63]).

Die äusserste Zellenschicht der äussern Stengelglieder und Blätter besteht immer aus Parenchym. Sie zeichnet sich gewöhnlich durch ihre Zellenform aus und wird Oberhaut (epidermis) genannt. *Schleiden* unterscheidet von derselben drei Formen:

a) Epithelium. Es besteht aus höchst zartwandigen Zellen, welche einen farblosen Saft enthalten und eine continuirliche Schicht ohne Intercellulargänge und Spaltöffnungen bilden. Es findet sich in den jüngsten Pflanzentheilen und geht späterhin gewöhnlich über in

b) Epiblema, indem die Zellen sich nach aussen abplatten und ihre Wände verdicken, oder in

c) die eigentliche Epidermis; sie enthält immer Spaltöffnungen und besteht meist aus sehr flachen tafelförmigen Zellen, die oft geschlängelte Wände haben.

§. 817.

Die Gefäss-, Bast- und Holz-Zellen-Bündel (die man auch mit dem gemeinsamen Ausdruck „Faserbündel" bezeichnen kann) bilden sich jedesmal später und im Innern einer bestimmten gleichförmigen Parenchymmasse. Es gilt im Allgemeinen, dass in einem Stengel mindestens so viel Faserbündel vorhanden sind, als derselbe Stengelglieder zählt. Nur in ganz jungen und dünnen Stengeln wie in dem fadenförmigen Laubstengel der Callitrichen, den

Blumenstielen u. s. w. verschmelzen die Stengelglieder so, dass man in ihrem Innern nur ein einziges centrales Faserbündel antrifft. Nur nach den Blättern zu spaltet es sich und sendet Zweige dahin ab. Jedes Blatt enthält mit dem dazu gehörenden Stengelgliede ein simultanes Faserbündel oder eine simultane Faserbündelgruppe (Taf. 27. Fig. 1. b.). Nicht die Fasern sind es, welche die äussere Gliederung der Pflanzen, und namentlich die Blattbildung bedingen, sondern die Gliederung des jungen Parenchyms (des Cambiums) als Grundlage der Pflanzenorgane, ist es, welche die Trennung und die Bildung der Organe hervorruft. Die Bildung der Faserbündel ist immer eine secundäre Erscheinung in den Pflanzengliedern. So sind z. B. in den Knospen immer die Anfänge der Blätter schon gebildet, ehe man auch nur eine Spur von Fasern oder Gefässen bemerkt. Diese bilden sich vielmehr erst später, nachdem sich das junge Parenchym (durch die in ihm eingetretenen Wachsthumsdifferenzen und durch die verschiedenen Richtungen, welche sich in der fernern Ordnung der Zellengruppen kundgeben und in den Blattwärzchen äusserlich hervortreten) schon in Glieder gesondert hat. In einem jeden solchen Gliede entsteht (anfangs gesondert) ein (oder mehrere) Faserbündel, welche eben so dem Blatte, wie dem betreffenden Stengelgliede angehören (Taf. 27. Fig. 1.). Erst späterhin, nachdem die Fasern sich eben so nach oben, wie nach unten verlängert haben, treffen sie mehr oder weniger zusammen, wobei sie sich entweder mit einander verbinden, oder getrennt neben einander verlaufen, oder unter einander verschlingen und verweben.

§. 818.

Die Gefässbündel kommen bei den Phanerogamen in zweierlei Art vor, nämlich:

a) Geschlossene Gefässbündel; ihre Fortbildung dauert nur eine gewisse Zeit und hört dann auf; sie werden nach aussen von dem übrigen Zellgewebe durch langgestreckte Holzzellen begrenzt und finden sich bei Monocotyledonen (Taf. 18. Fig. 4.).

b) Ungeschlossene Gefässbündel; ihre Fortbildung dauert ununterbrochen, indem sich nach aussen immer wieder jüngere Elemente anlegen, welche das Gefässbündel in seinem Umfange vergrössern. Sie zeigen sich bei den Dicotyledonen (Taf. 18. Fig. 5.), wo indess bei hinfälligen Organen (z. B. bei Blättern) ihre Fortbildung fast eben so beschränkt ist, als bei den geschlossenen Gefässbündeln der Monocotyledo-

nen. Im Stengel bekommen sie in gewissen Fällen so das Uebergewicht, dass sie das gewöhnliche Parenchym fast ganz verdrängen.

§. 819.

Vertheilung der Gefässbündel. Da die Bildung der Gefässbündel auf der Gliederung der Parenchymmassen beruht, so müssen den Blättern auch eine bestimmte Anzahl von Gefässbündeln oder Gefässbündelgruppen im Stengel entsprechen. So viel Gefässbündel sich im Blatte befinden, so viel erstrecken sich meist auch von da aus hinab in den Stengel. Aber die begleitenden Fasern erstrecken sich bei den verschiedenen Pflanzen auch in verschiedener Länge nach unten. Manche endigen schon in dem nächsten Gliede (Callitriche) andere dagegen steigen tiefer, manche sogar bis in das unterste Glied hinab. Daher kommt es, dass sich bei manchen Pflanzen (z. B. bei baumartigen Monocotyledonen) in dem untersten Stengelgliede alle Fasern der obern Glieder vereinigen.

§. 820.

Vertheilung der Gefässbündel in den Blättern. Wo das Blatt schmal ist, wie z. B. die nadelförmigen Blätter, da ist auch nur ein einziges wahres Gefässbündel vorhanden, welches aus dem Blatte nach dem Stengelgliede geht. Der Durchschnitt zeigt aber (z. B. bei Picea vulgaris) noch zwei seitliche Faserbündel, welche nur aus Bastzellen bestehen. Solche seitliche Faserbündel zeigen sich auch durchgehends bei andern Blättern. Sie gehen zur Blattspur und helfen hier entweder die Vorsprünge bilden (Labiatae, Chenopodeae), oder sie steigen in den vertieften Stellen hinab (Picea). So vielfach sich das Blatt gliedert, so vielfach vertheilen sich auch die Gefässbündel. Diese, so wie auch blosse Bastbündel, bilden auf der Unterfläche Hervorragungen (§. 687.), welche man, je nach ihrem Verlauf, Nerven oder Adern nennt. Die erstern kommen besonders bei Monocotyledonen vor; sie durchziehen gewöhnlich das Blatt von der Basis bis zur Spitze und sind mitunter durch kurze, zarte, rechtwinkelig abgehende Zweige verbunden; die Adern dagegen finden sich vorzugsweise bei Dicotyledonen; sie bestehen in gröbern seitlichen Verästelungen eines Mittelnerven, welche unter einander durch feine Nebenzweige anastomosiren. Jene gröbern Aeste endigen als secundäre Zweige (oder zugleich mit tertiären Zweigen) am Blattrande (Randläufer, nach *L. v. Buch*), oder zwei nahe liegende Secundärzweige vereinigen sich zu einem Bogen (Bogenläufer), oder zwei seitliche Secundärzweige laufen in einem

Bogen zwischen Rand und Mittelnerv zur Spitze des Blattes (Spitzläufer), oder die Secundärzweige laufen am Rande zur Blattspitze [Saumläufer] [64]). In Blattstielen und Scheiden verlaufen die Faserbündel ziemlich parallel; bei jenen sind sie oft in einen gemeinsamen Strang vereinigt, der in der Nähe des Anheftepunktes oder Gelenkes sich wieder in mehrere Bündel spaltet. Man sieht oft bei abgefallenen Blättern auf dem Blattkissen die Anwesenheit mehrerer Bündel mit blossen Augen.

§. 821.

Weiterer Bau der Blätter. Zwischen den Faserbündeln ist das weichere Parenchym des Blattes ausgebreitet. Die Zellen der Epidermis sind in der Regel kleiner, als die der innern Blattsubstanz, welche oft zunächst an der Oberfläche aus langgestreckten, senkrecht gestellten und dicht verbundenen Zellen besteht, worauf nach innen ein lockeres Diachym oder Merenchym (§. 516.) folgt. Oft folgen auch auf die Epidermis mehrere niedere Zellenschichten auf einander, ehe die lockere Mittelschicht kommt. Die Epidermiszellen besitzen meist einen farblosen, selten einen gefärbten Inhalt, die folgenden Zellen dagegen enthalten Chlorophyllkügelchen, die äussern mehr, die innern weniger. Wo, wie bei Chelidonium, Milchzellen vorkommen, da folgen diese meist den Gefässbündeln. Sie vertreten die Stelle der Bastzellen. Die Gelenkbildung an der Basis der Blattstiele der Dicotyledonen wird durch ein eigenthümliches Parenchym hervorgerufen. Die Faserbündel zeigen nirgends eine Gelenkbildung, sondern bilden zwischen Stengel und Blatt eine continuirliche Verbindung. Die dicken knolligen Blätter der Zwiebeln und manche Cotyledonen sind aus einem fast ununterbrochenen Parenchym gebildet, dessen Zellen viel Stärkekörner enthalten.

§. 822.

Bau des Stengels. Das Gewebe des Blattes oder Blattstieles setzt sich ununterbrochen im Stengelgliede fort. Man findet daher in diesem die Elemente des Blattes wieder. Aber durch das Verwachsen der Stengelglieder verschmelzen auch die einzelnen Elemente mehr oder weniger mit einander. Dennoch gibt es Fälle, wo man die Faserbündel sehr weitläufig in dem Stengel vertheilt findet, so dass man sie isolirt verfolgen kann, z. B. im Stengel der Liliaceen, Juncaceen, so wie auch bei denjenigen Dicotyledonen, wo das Parenchym der Stengelglieder stärker, als die Holzfasern, entwickelt ist, z. B. bei Erodium, Tropaeolum, vielen saftigen, fleischigen und knolligen Stengelgliedern (Taf. 30. Fig. 4. Taf. 31.

16*

Fig. 9.). In dem einzelnen isolirten Stengelgliede sind die Fasern oder Faserbündel, je nach der Form des Gliedes, in die Fläche vertheilt, oder in eine centrale Fasergruppe, ohne dazwischen liegende andere Parenchymzellen vereinigt (Beispiele: Ruscus, Asparagus). Wie der Blattstiel oft rinnenförmig erscheint, so bilden auch die Faserbündel in demselben eine dieser Form entsprechende Anordnung, so dass sie auf dem Querschnitt einen Theil eines Ringes darstellen, dessen ergänzende Theile in den Stielen der nächsten Blätter anzutreffen sind. Daher kommt es, dass im Stengel, wo die abwärts gehenden Bündel der einzelnen Glieder enger zusammentreten, die Faserbündel einen mehr oder weniger geschlossenen Ring bilden, der jedoch auch manchmal aus isolirten Faserbündeln besteht. Mitunter scheiden sich Bast- und Gefässbündel von einander, und zwar in der Regel so, dass jene mehr nach aussen und diese mehr nach innen zu liegen kommen. Auf diese Weise entsteht dann ein äusserer Bastring und ein innerer Gefässring. Doch sind hier die Gefässbündel immer auch mehr oder weniger mit Bast- oder Prosenchymbündeln vermischt. Beide Arten von Faserbündeln sind auch oft so in einem Ringe vereinigt, dass die Bastbündel mehr nach aussen, die Gefässbündel aber mehr nach innen liegen. Unmittelbar schliessen indessen die Gefässbündel niemals an einander, weil sie immer noch von dem Parenchym umgeben sind, in welchem sie sich bildeten. Dieses Parenchym trennt demnach die Bündel im Stamme von einander. Wo aber, wie in der Regel bei den Dicotyledonen, die Gefässbündel ein unbegrenztes Wachsthum in die Dicke haben, da erhalten sie zuletzt (wenn das Parenchym nicht zugleich mit wächst) das Uebergewicht, schliessen sich zu einem fest geschlossenen Holzring an einander und pressen das dazwischen liegende Parenchym ganz eng zusammen.

Durch die ringförmige Stellung der Holzbündel innerhalb der Parenchymmasse wird diese letztere in einen innern, vom Holzring eingeschlossenen, und in einen äussern, den Holzring einschliessenden Theil geschieden. Dieser bildet überhaupt die äussere Hülle des Stengels, die Rinde (cortex), während der innere Theil als Mark (medulla) bezeichnet wird[65]). Der Holzkörper eines Stammes ist also zwischen Rinde und Mark eingeschlossen. Die Verbindung zwischen dem Rinden- und Markgewebe wird durch das schon erwähnte Parenchym gebildet, welches die Gefässbündel einschliesst und bei dem Holze der Dicotyledonen eng zusammengepresst wird. Diese zusammengepressten Massen führen den Namen Markstrahlen. Sie sind auf Querschnitten, meist auch auf Längsschnitten, deutlich zu sehen. Die zwischen ihnen liegenden Holz-

theile bilden Keile, deren Schärfen nach der Axe zu gerichtet sind. Die Markstrahlen verholzen gewöhnlich mit, aber nicht immer das Parenchym des Markes und der Rinde.

§. 823.

Das Mark ist nur da nicht als ein besonderer Theil vorhanden, wo die Gefässbündel, wie bei den Palmen, den oberirdischen Stengeln des Spargels, der Kaiserkrone u. s. w. nicht in Ringe gestellt, sondern zerstreut im Parenchym liegen. Wo es aber als eigener Stammtheil auftritt, da finden sich zwar mitunter auch noch Bast- und Milchzellen, ferner Luftlücken oder sehr grosse Intercellulargänge (wie bei Juncus, wo das Mark aus sternförmigen Zellen gebildet ist); meist aber ist es aus dünnhäutigen Parenchymzellen gebildet, die in der Jugend, wie alle Zellen, voll Saft sind, und oft Chlorophyllkügelchen enthalten, späterhin aber leer werden und Luft führen. Es bildet dann eine weisse, leichte, weiche Substanz (Hollundermark). Wegen dieser zarten Beschaffenheit wird es aber auch bei sehr vielen Pflanzen (Gräser, Doldenträger) leicht zerstört und der Stengel wird dann hohl. Mitunter bleiben festere Theile des Markgewebes noch als Querwände stehen, wodurch die Markhöhle in Kammern abgetheilt wird (Solanum tuberosum, Sonchus oleraceus, Juglans regia). Bei knolligen Stämmen führen oft die Mark-, so wie überhaupt die Parenchymzellen, Amylon (Kartoffel).

§. 824.

Die Rinde besteht in der Regel grossentheils aus ähnlichen Elementen, wie das Mark, nur findet man häufiger, oft dicht unter der Epidermis (Juncus, Gramineae, Labiatae, Coniferae u. s. w.), Bastbündel (oder Bündel von andern Längenzellen) im Umkreis des Stengels regelmässig vertheilt, welche von den seitlichen Nerven oder Adern der Blätter kommen. Man kann sagen, dass die Rinde von Blattspuren gebildet wird. Bei den meisten Monocotyledonen verliert sich ihr Parenchym so allmälig in den innern Stengel, dass sie gar nicht als ein besonderer Theil an demselben erscheint, dagegen tritt sie bei den Dicotyledonen in der Regel viel deutlicher auf und bei einjährigen, so wie bei jungen perennirenden Stämmen erkennt man bisweilen in ihr das Gewebe der Blätter wieder. Ihre Epidermis enthält gewöhnlich Spaltöffnungen und man unterscheidet ausser derselben oft drei verschiedene Zellenlagen, wovon die innere dann aus Bastfasern und die mittlere oft aus einem Chlorophyllkörner führenden, lockern, häufig diachym- oder merenchymartigen Gewebe besteht, wie die Blätter. Die äussere wird durch Zellen

vertreten, welche in der Regel nur einen hellen farblosen Inhalt haben. Diese Zellen sind dickhäutig, meist langgestreckt und stossen an ihren Enden mit flachen horizontalen Wänden an einander. Sie sind auf dem Querschnitt bisweilen leicht mit Bastzellen zu verwechseln; ihr Lumen ist übrigens sehr verschieden. Nicht selten wird diese Zellenlage durch wirkliche Bastzellen mit zugespitzten Enden vertreten, welche mitunter kurz und spindelförmig, oder auch sehr lang und dünn sind. Diese Schicht bildet nun entweder einen geschlossenen Ring unter der Epidermis (Prunus, Viburnum, Lonicera), oder mehrere Abtheilungen (Streifen), welche bald näher (Berberis vulgaris), bald entfernter (Chenopodeae [Taf. 31. Fig. 5. a.], Umbelliferae, Labiatae [Taf. 30. Fig. 9. a.]) stehen. In den letztern Fällen verursacht sie an der Aussenseite der Rinde ein streifiges Ansehen, oder bildet am Stengel die hervorstehenden Kanten.

Bei krautartigen Stengeln wird die Rinde meist am Ende der Vegetationsperiode durch Fäulniss leicht zerstört; nur selten verholzt sie und ist dann dauerhafter als der eigentliche Holzkörper des Stengels, z. B. bei den Papaveraceen. In der jungen Rinde kommen häufig Milchzellen neben den Bastzellen (bei Rhus u. s. w.), oder auch statt derselben (bei Apocyneen, Ficus u. s. w.) vor. Wo die Stengelglieder perenniren, da perennirt die Rinde auch; sie wird dann bei manchen Palmenstämmen (z. B. Calamus) sehr hart und glänzend, indem die äussern Zellen mit einer Kieselrinde überzogen werden, dabei wird die Rinde nicht stärker, sondern bleibt dünn. In andern Fällen verdickt sie sich.

Da bei den Monocotyledonen die Rinde nicht so scharf von dem innern Stammtheil geschieden ist, wie bei den Dicotyledonen, so findet in ihr auch kein besonderer Wachsthumsprocess Statt. Daher finden wir, dass z. B. bei Tamus das Zellgewebe der Rinde von dem innern Gewebe, das ganz allmälig in die Rindensubstanz übergeht, erneuert wird. Nur enthalten die Zellen nach Aussen kein Amylon, wie die innern; ihre Substanz vertrocknet allmälig und verändert sich in eine braune Korklage, in welcher auch die Zellen nicht die regelmässige Form, wie diejenigen des innern Körpers besitzen. Allmälig sterben die äussern Korkschichten ab, während die innern Zellschichten fortvegetiren. Der Einfluss der Luft auf diese äussere Schicht ist sehr bedeutend und man kann daher die Rinde hier als ein verwittertes Parenchym ansehen. Aehnlich verhält es sich wahrscheinlich auch bei den Palmenstämmen, die zu dem caudex cocoïdes von *Mohl* gehören [66]).

Bei der Fortbildung der Rinde der Dicotyledonen kommen dagegen verschiedene Erscheinungen vor. Wir haben es hier, wenn

wir von der Epidermis absehen, mit drei Schichten zu thun, die sich oft verschiedenartig, jede mehr oder weniger selbständig, weiter fortbilden und so die verschiedenen Rindenformen bei dicotyledonischen Gewächsen darstellen.

Aus der äussern Rindenschicht entwickeln sich die Linsenkörperchen (lenticellae) und der Kork (suber); aus der mittlern und den innern Bastschichten aber entsteht bei Bäumen die Borke (rhytidoma), aus der Mittelschicht bei den Cacteen die dicke, fleischige und saftige Stengelhülle.

Die Linsenkörperchen bilden sich an jungen Zweigen oder Stämmen, welche noch mit der Epidermis bekleidet sind und zwar, nach *Unger*, nur an solchen Stellen unter der Epidermis, wo sich Spaltöffnungen in derselben finden[67]). An diesen Stellen kommt eine partielle Zellenvermehrung vor, wodurch warzen- oder linsenförmige Erhabenheiten entstehen, welche zuletzt die Epidermis durchbrechen.

Der Kork entwickelt sich aus derselben äussern Rindenschicht und zwar durch eine allgemeine Zellenvermehrung derselben an ihrer innern Seite, welche an die Mittelschicht stösst, ohne dass jedoch diese an der Korkbildung Theil nimmt, obschon sie sich mit der Bastschicht immerwährend vergrössert. Die Korkmasse selbst entwickelt absatzweise Schichten von radial verlängerten und verkürzten (tafelförmigen) Zellen, die aber allmälig in einander übergehen; jene Schicht bildet ein weicheres, diese ein festeres Parenchym. Es zeigen sich aber nun Verschiedenheiten, je nach dem Verhältniss, in welchem diese beiden Schichten sich gegenseitig entwickeln. So ist bei Acer campestre und Quercus Suber fast nur die weiche Korkschicht entwickelt, während die festere nur aus wenigen Lagen verkürzter Zellen besteht; bei Gymnocladus canadensis sind dagegen beide Schichten gleichmässig entwickelt. Bei Betula alba bildet anfangs die festere Schicht mit den tafelförmigen Zellen die Hauptmasse des Korkes und die Rinde bleibt glatt, weil diese Schicht wegen ihrer grössern Festigkeit nicht solche tiefe Risse bekommt, wie die weniger feste Korkmasse bei Quercus Suber und Acer campestre; aber im höhern Alter entwickelt sich auch bei der Birke die andere Korkschicht (die eine braune Farbe besitzt, während jene weiss ist) zu grössern Massen. Bei Fagus sylvatica endlich entwickelt sich nur die festere Korkschicht, daher auch die Rothbuchen bis in ihr höchstes Alter eine glatte Aussenrinde haben. *H. v. Mohl*[68]) hat diese glatte Rindenschicht Periderma genannt. Sie blättert sich bei der Birke nur in sehr dünnen Lagen ab.

Die Borke. Das Periderm zeigt bei andern Bäumen nach einer Reihe von Jahren ebenfalls wieder eine verschiedene Entwickelung. Es hört nämlich das Wachsthum des ersten Periderms auf und nun bildet sich im Innern der Rinde ein neues Periderm. Das ältere vertrocknet alsdann und fällt ab. Dabei zeigen sich noch andere Verschiedenheiten: a) Bei Platanus bildet sich das neue Periderm nicht gleichförmig am ganzen Umfange, sondern nur stellenweise und die ältere Rinde fällt hier in dünnen Blättern ab. b) Bei Quercus Robur und Tilia bilden sich mehrere neue Lagen von Periderm in der innern Rinde, bevor die alten Borkenschuppen abfallen. Die Borke besteht demnach aus vielen über einander liegenden und verwachsenen Peridermschuppen. c) Aehnlich, wie bei b. ist die Borkenbildung bei Larix europaea und Pinus silvestris, aber es kommt hier noch eine Wucherung der weichern Korksubstanz hinzu, wodurch diese Borke ein mehr oder weniger korkartiges Ansehen bekommt. d) Endlich bildet das Periderm bei Juniperus communis regelmässige Schichten, welche den ganzen Stamm umgeben und die Rinde in bastähnliche Blätter theilen.

In allen diesen verschiedenen Formen der Borke kommen mehr oder weniger harte Stellen von Zellgewebe vor, dessen Zellen aus einer verdickten und mit Porencanälen versehenen Membran gebildet sind. Solche Stellen haben eine weisse Farbe und sind zum Theil den steinigen Zellengruppen in den Birnen zu vergleichen. Sie bilden sich in der innern und mittlern Rindenschicht und ihre Zellen haben bei der Rothbuche Aehnlichkeit mit sehr verkürzten, spindelförmigen Bastzellen, die mit ihren Spitzen fest in einander gekeilt sind. In ihrer Verbindung bilden diese Zellen schmale Bänder, welche in der braunen Rindensubstanz strahlenförmig vertheilt sind, überhaupt aber als eine unmittelbare Fortsetzung der Markstrahlen des Holzes erscheinen, obschon diese Zellen im Holze nicht die deutlichen Poren zeigen.

Auch im Korke von Quercus Suber kommen solche härtere Rindenstrahlen vor. Aber hier sind die Zellen kugelig und zum Theil sehr lose vereinigt; sie gleichen hier mehr dem Gewebe der Lenticellen. Diese möchte ich daher auch als isolirt entwickelte Korkstrahlen ansehen.

Endlich gibt es noch eine kleine Anzahl von Pflanzen, bei denen die Borke vorherrschend aus Bastfasern besteht, wie beim Weinstock und Jelängerjelieber. Aus der Cambiumschicht (zwischen Rinde und Holz) bildet sich jährlich eben so eine neue Rindenschicht, wie nach innen ein neuer Holzring. Die alte Rinde stirbt und fällt in Fasern ab.

§. 825.

Vertheilung der Gefässbündel im vielgliederigen Holzkörper.

a) Bei Monocotyledonen (Taf. 28. Fig. 8. — Taf. 31. Fig. 1—3.). Durchschneiden wir quer einen Lilien- oder Spargelstengel, so bemerken wir, dass die Gefässbündel ohne eine bestimmte Ordnung zwischen dem Parenchym zerstreut sind. Dasselbe ist der Fall bei Palmenstämmen. In andern Fällen stehen die Bündel mehr in Kreisen und schliessen dann einen Markcylinder ein. Den Verlauf der Gefässbündel kann man am besten bei Palmenstämmen beobachten, deren Parenchym durch Fäulniss zerstört ist. Die Gefässbündel kann man dann vom Blatt aus abwärts in den Stengel verfolgen; sie biegen sich bei ältern gestauchten Gliedern einwärts bis zur Mittellinie des Stammes, steigen dann in der Nähe derselben eine Strecke weit hinab, gehen hierauf allmälig von hier wieder auswärts und endigen unter der Rinde, indem sie hier noch eine Strecke weit abwärts laufen. Weil dieser Verlauf mit allen Gefässbündeln aller über einander befindlichen Stengelglieder stattfindet, so ist erkärlich, dass die gekrümmten Fasern sich an vielen Stellen mit andern Fasern, welche höhern oder tiefern Regionen angehören, kreuzen müssen. Wo die Glieder nicht gestaucht, sondern sehr verlängert und dünn sind, wie bei Calamus, da machen die Gefässbündel keinen Bogen, sondern steigen gerade herab. Bei den Gräsern steigen die Bündel vom Blatte aus ebenfalls gerade hinab; erst wenn sie an das nächste Glied stossen, krümmen und durchflechten sie sich und bilden die Knoten. Sie endigen auch hier.

Es geht aus dem Obigen hervor, dass am untern Ende eines gestauchten Palmenstammes jedesmal die Fasern der jüngsten Glieder der Rinde am nächsten liegen und die Faserbündel der ältern Glieder am weitesten nach innen. In der Spitze des Stengels ist es umgekehrt, hier sind die jüngsten Blätter, also auch die jüngsten Stengelglieder und deren Gefässbündel in der Nähe des Centrums und die ältern an der Peripherie. Die jüngsten Gefässbündel machen daher auch nur einen Bogen nach aussen, und der Bogen nach innen kommt erst dann zum Vorschein, wenn die Stellung des Blattes durch die Entwickelung der spätern Glieder aus der centralen in die peripherische umgewandelt wird. Der Bau des Palmenstammes, der auch mit den Stauchlingen anderer Monocotyledonen übereinstimmt, wurde zuerst durch *H. v. Mohl* erforscht[69]).

Der Stamm der Palmen zeigt nur in so fern noch Verschiedenheiten, als bei manchen Arten die Gefässbündel in verschiedenen,

aber bestimmten Regionen auch eine verschiedene Beschaffenheit haben. Namentlich sind in gewissen Fällen die Gefässbündel da, wo sie den innern Theil des Stammes bilden, weicher, dünner „krautartiger"; dagegen fester und dicker, wo sie sich nach aussen wenden. Die Dicke der Gefässbündel nimmt übrigens ab, wenn sie bei der Rinde ankommen; sie laufen dann hier nur noch in der Form dünner Fäden (welche nur noch aus Bastzellen bestehen) zwischen der festen Holzschicht und der Rinde bis zur Basis des Stammes herab, oder sie verbinden sich auf diesem Wege mit andern Gefässbündeln. Auf diese Weise wird es erklärlich, wenn der Holzcylinder der Palmen wie mit einem verholzten Bastringe eingefasst erscheint. Die Spargelstengel und andere einheimische verholzende Monocotyledonen zeigen ähnliche Verhältnisse.

Ausser den Krümmungen der Faserbündel nach innen und nach aussen kommen noch Abweichungen nach links und rechts vor. Auch spalten sich häufig die Bündel auf ihrem Verlaufe, und diese Zweige verbinden sich oft seitlich wieder mit andern zu Bündeln, seltener sind Verbindungen von aussen nach innen; sie kommen aber vor, wo Knotenbildungen (wie bei den Gräsern) entstehen (Taf. 31. Fig. 1—3.). Eben so in dem Blumenstengel, Fruchtknoten u. s. w. der Irideen (§. 800.).

In Folge des beschränkten Wachsthums des Zellgewebes und der Gefässbündel, so wie der geringen Dicke der letztern an ihrem untern Theile kommt es, dass die perennirenden Stämme der meisten Monocotyledonen nicht mehr in die Dicke wachsen, wenn die Stengelglieder erst ihre Ausbildung erlangt haben. Viele Palmen haben daher auch einen cylindrischen Stamm, an dem nur die jüngste Spitze, in Folge der allmälig schwächern Ausbildung ihrer Glieder, einen kleinen Kegel bildet. Manche Palmen (Areca oleracea, Iriartea ventricosa) entwickeln einen Stamm, der nicht an der Basis, sondern über derselben am dicksten ist. Nur bei Dracaena, Yucca, Aloe und den Aroideen fährt der Stamm fort in die Dicke zu wachsen. Er besitzt daher hier auch eine kegelförmige Gestalt, d. i. der Durchmesser nimmt von der Basis zur Spitze ab. Der Grund hiervon liegt in der Anwesenheit und Fortbildung eines jungen Gewebes (Cambium) am Umfange des Holzkörpers dicht unter der Rinde, welches sich nach aussen hin verjüngt und vermehrt und nach innen verholzt. Dieses Gewebe bringt aber in der ganzen Anordnung der Faserbündel keine Veränderung hervor, vielmehr wird es ebenfalls von den Enden der gefässlosen Faserbündel gebildet, wie die äussere Faserschicht der Stauchstämme anderer baumartigen Monocotyledonen, nur sind die untern

Enden in ihrem Wachsthum nicht beschränkt, sondern fahren fort, sich weiter zu entwickeln. Wegen dieser cambiumartigen Aussenschicht sind die oben genannten Pflanzen auch fähig Seitenknospen und einen ästigen Stamm zu entwickeln, wie die dicotyledonischen Bäume.

§. 826.

b) Bei Dicotyledonen (Taf. 31. Fig. 4—9. — Taf. 30.) Die Gefässbündel sind im Stamme nie zerstreut, sondern stehen in der Regel in einem kreisförmigen oder wellenförmig gebogenen Ringe. Diejenigen, welche zu einem Stengelgliede gehören, enden nach oben (wie bei den Monocotyledonen) in einem Blatte oder im Blattkissen (Cacteen). Ihr Wachsthum hört in der Blattspitze zuerst auf, an dem untern Ende im Stengel zuletzt. Die Gefässbündel der obern Glieder steigen allein so weit herab, bis sie in die Region des nächsten untern, oder auch desjenigen Gliedes kommen, mit welchem das obere Glied dieselbe oder die entgegengesetzte Blattstellung hat. Wo ein Bündel auf seinem Verlauf nach unten auf ein nach aussen in ein Blatt einbiegendes anderes Bündel stösst, da vereinigt es sich mit ihm und steigt mit ihm gemeinschaftlich noch eine Strecke weit herab, bis es sich verliert. Das Herabsteigen und die Anordnung der Bündel in den untern Regionen hängt genau mit der Blattstellung zusammen. Man kann in der Regel die Bündel eines Blattes nur bis zu der Stelle genau verfolgen, wo sie bei den Bündeln desjenigen Blattes ankommen, welches mit jenem die gleiche Stellung hat. Die Hauptbündel gehen gewöhnlich von der Basis des Blattnerven aus und spalten sich entweder gleich bei ihrem Eintritt in den Stengel (Chenopodeae, Taf. 31. Fig. 5. b.), oder bei ihrer Ankunft am nächstfolgenden untern Gliede. Der letzte Fall ist der häufigere; er kann besonders bei decussirter und quirliger Blattstellung (z. B. bei Dahlia) bemerkt werden. Es ist aus dem Frühern (§. 690.) bekannt, dass in der Regel die Elemente eines folgenden Gürtels eine diagonale Stellung zu denen des vorhergehenden einnehmen. Da nun die Gefässbündel der krautartigen Dicotyledonen im Stengelgliede gerade herabsteigen, so gehen die der obern Glieder theils zwischen den Gefässbündeln der nächsten untern hindurch, bis sie zu dem zweituntern Quirl kommen, theils verbinden sie sich mit denen des nächstuntern Quirls, indem sich jedes Bündel kurz vor seiner Ankunft beim nächsten Quirl in zwei Schenkel spaltet, wovon jedesmal die Schenkel der neben einander liegenden Bündel sich gerade über den Bündeln des nächstuntern Quirls vereinigen und in dieser Vereini-

gung mit denselben zusammenstossen (Taf. 30. Fig. 6.). Durch mannigfaltigere Spaltungen und Verbindungen entstehen die von *Schleiden* angeführten Schlingen („Grundzüge", II. 163.), aus deren Umfang die Gefässbündel für Blatt und Axillarknospe entstehen sollen; eine Ansicht, die schon von *Naegeli* („Zeitschrift u. s. w." III. IV. p. 145.) berichtigt worden ist. Die Gefässbündel des Blattes entspringen nicht an diesen „Schlingen", sondern diese Schlingen entstehen erst an der Stelle, wo sich mit den Gefässbündeln des untern Stengelgliedes, welche in das Blatt einbiegen, die des obern Stengelgliedes verbinden (Taf. 30. Fig. 2. 3. 4. 5. a.). Es kommen übrigens bei den herabsteigenden Gefässbündeln noch viele Modificationen bei deren Eintritt in die untern Stengelglieder vor, welche mit der Blattstellung und mit den verschiedenen Formen der Blattspur mehr oder weniger zusammenhängen. Das Hauptbündel des Blattes tritt immer in den Holzkörper des Stengels ein, die Nebenbündel aber (welche meist nur aus Bastfasern oder analogen Zellen bestehen) nehmen ihre Stelle um den Holzring (in der Rinde) ein und verursachen hier in der Regel hervorragende Streifen (Umbelliferae), Kanten (Buxus sempervirens, Taf. 27. Fig. 6.), oder Flügel (Lathyrus, Taf. 31, Fig. 10.). Bei diesen letztern nimmt jedoch auch das weichere Parenchym einen ziemlichen Antheil, ja es kommen Fälle vor, wo die Flügelränder nur durch ein lockeres parenchymatisches Gewebe gebildet werden (Hypericum quadrangulare). Oft aber werden die Kanten und streifigen Vorsprünge des Stengels nicht von der rindigen Blattspur allein gebildet, sondern auch von der holzigen, und hierbei übt das Hauptbündel, welches vom Blattstiel in den Holzkörper eintritt, den grössten Einfluss aus (Taf. 31. Fig. 5. 6. 8.; Taf. 30. Fig. 7. 9.). So wird durch die Verbindung der Hauptbündel in vielen Fällen (anfangs) zwar ein geschlossener, aber nicht immer ein kreisförmiger und gleichförmiger Holzring gebildet, indem die Hauptbündel noch eine gewisse Selbständigkeit behalten und wenigstens als halbgesonderte Haupttheile des Holzkörpers sich behaupten. Diese Sonderung der Haupttheile, welche auch ein stärkeres Hervortreten nach aussen bewirkt, zeigt sich häufig vorherrschend in der Nähe (unterhalb) des Blattstiels (Syringa, Cornus), oder sie erstreckt sich auch auf die ganze Länge des Stengels (Labiatae, Chenopodeae). Es findet hierbei immer eine ungleiche Verdickung der Holzbündel im Holzringe Statt. Diese ungleiche Verdickung wird aber auch nicht selten durch Verbindung mehrerer Bündel verschiedenen Ursprungs bewirkt. Dass hierbei die Blattstellung einen Haupteinfluss ausübt und ausüben muss, geht schon

daraus hervor, dass die Blattordnung immer auch die Ordnung der Stengelglieder bei ihrem Entstehen bedingt (Vergl. §. 817.).

§. 827.

Bei perennirenden Stengelgliedern haben wir nun zunächst zu unterscheiden, ob die Fortbildung gleichmässig oder ungleichmässig ist. Die gleichmässige Fortbildung kommt bei gewissen tropischen Gewächsen (z. B. bei Cacteen) vor. Der Holzkörper vergrössert sich hierbei ununterbrochen und verdickt sich bei jedem Gliede nach aussen, so lange dasselbe lebt. Es kommen darum hier keine Holzringe oder verschiedene concentrische Schichten im Holze vor, obschon die Anordnung der Elemente concentrisch ist. Die perennirenden Stämme der aussertropischen Zone, welche jährlich zwei Wachsthumsperioden haben, nämlich eine Winterperiode in welcher nur eine langsame und schwache, und eine Sommerperiode, in welcher eine schnellere und stärkere Entwickelung der Elemente des Holzkörpers stattfindet, zeigen daher auch verschieden entwickelte Holzschichten, welche Jahrringe genannt werden. Man kann aus ihrer Zahl das Alter eines Stammes, oder besser eines Sprosses bestimmen.

Die Gefässbündel eines Dicotyledonen-Stammes wachsen (wenn ihnen kein mechanisches Hinderniss entgegensteht) nach allen Richtungen in die Breite; also eben so gut nach aussen, als nach innen und zur Seite. Durch das Wachsen nach innen wird nach und nach das Mark zu Markstrahlen zusammengedrängt und der anfängliche Markcylinder schwindet mit den Jahren. Durch das seitliche Wachsthum kommen sich die Bündel näher und pressen dann zuletzt dazwischen liegende Zellgewebe ebenfalls zu dünnen Markstrahlen zusammen, wenn es nicht gleichzeitig noch entwickelungsfähig ist. Durch das Wachsen nach aussen verdickt sich das Stengelglied nach aussen. Diese Verdickung hängt aber zugleich mit von der horizontalen Fortbildung der Markstrahlen ab und diese wieder mit der horizontalen Anordnung der Parenchymzellen. Auch ist hierbei noch sehr zu berücksichtigen, ob die Zellen der Markstrahlen eine verticale oder horizontale Lage haben.

Durch die longitudinale Verbindung verticaler Parenchymzellen entstehen Parenchymfasern; durch die seitliche Verbindung der letztern entstehen Parenchymbündel. Diese Parenchymbündel (sammt ihren Zellen) haben bei den Stengeln eine verticale (d. i. mit der Axe parallele) Stellung; bei Stämmen ist dagegen ihre Lage horizontal (d. i. gegen die Axe normal). In dieser verschiedenen Stellung der Parenchym-Zellen,

Parenchym-Fasern und -Bündel besteht der wesentliche Unterschied der Dicotyledonen-Stengel und -Stämme; nicht in der Weichheit und Härte der Substanz, nicht in der einjährigen oder mehrjährigen Dauer, denn wir werden bald auch mehrjährige Stengel kennen lernen. (Vergl. §. 700.)

§. 828.

Stengel. Wo sich bei Stengeln die Parenchymbündel ohne seitliche Berührung, in gerader Richtung, von einem Gliede zum andern erstrecken, da ziehen mit ihnen auch die Gefässbündel parallel ohne sich seitlich zu berühren. In diesem Falle entstehen verlängerte Stengelglieder. Unsere Schminkbohnen und andere Kräuter mit verlängerten Stengelgliedern (Taf. 30. Fig. 4.) liefern hierzu Beispiele von einjährigen, der Weinstock, die Loniceren und alle grössere Schlingpflanzen Beispiele von mehrjährigen Pflanzen. Bei mehrjährigen (wie z. B. Vitis) ist aber auch eine horizontale Ordnung (neben der verticalen) der verticalstehenden Zellen vorhanden, wovon jedenfalls das Dickenwachsthum und das Perenniren überhaupt mit abhängig ist. Bei einjährigen Kräutern mit entwickelten Stengelgliedern finde ich dagegen nur eine verticale Ordnung der verticalstehenden Zellen. Hiermit hängt jedenfalls zusammen, dass mit dem Ende der ersten Vegetationsperiode der Stengel nicht weiter verdickt wird, also sich in den ältern Gliedern nicht verjüngt und daher mit der Ausbildung der ursprünglich angelegten Zellen abstirbt.

Mehrjährige gestauchte Stengelglieder (z. B. von Lychnis Viscaria) haben zwar auch eine longitudinale Anordnung der verticalen Zellen des Holzkörpers, dieser ist aber hier durch das Parenchym in Folge der Blattstellung in zwei oder vier Theile gespalten (Taf. 31. Fig. 7.) und zwischen den Gefässbündeln bilden die Parenchymbündel durch abwechselnde Trennungen und seitliche Berührungen transversale Schlingen; eben so verschlingen sich auch auf ihrem Laufe die Gefässbündel, aber longitudinal; durch diese beiderlei Verschlingungen entsteht ein Bündelgewebe, welches den Holzring bildet.

§. 829.

Lianenstengel. Lianen (Llanos) werden die Schlingpflanzen der Tropenzone genannt. Mir steht leider kein Material zur Untersuchung dieser Stengelformen zu Gebote, und ich muss mich lediglich an das halten, was andere Forscher davon bekannt gemacht haben [70]). Es kommen hier namentlich die sogenannten anomalen

Stengelformen vor. Die Lianen haben unter allen Dicotyledonen die längsten Stengelglieder. Damit stimmt überein die bedeutende Zellenvermehrung und Zellenstreckung in longitudinaler Richtung, und der gerade Verlauf der Markstrahlen und Gefässbündel von einem Stengelgliede zum andern. Es herrscht also hier dieselbe Bildung, wie bei den verlängerten Stengelgliedern der Kräuter. Auch bleiben bei den Lianen sowol die Gefäss- als Parenchymbündel jugendlich lebenskräftig und zum Theil vermehrungsfähig. Eben so üben die Gefässbündel, die aus dem Blatte in den Stengel treten, eine ähnliche Wirkung auf die Bildung und Abtheilung des Holzkörpers und der ganzen äussern Stengelform aus, wie wir sie bereits am krautartigen Stengel kennen gelernt haben. Aber die Trennungen der Holzbündel durch das Dazwischentreten der Parenchymmassen, welche namentlich an obern Gliedern mit zunehmendem Alter eintreten, vollenden hier erst, was in den Stengeln der oben genannten Kräuter angedeutet ist. Einzelne Stränge der Gefässbündel werden nämlich bei manchen Stengeln durch das zwischen ihnen hineinwachsende Parenchym vollständig von einander getrennt, und daher sieht man auf einem Querschnitt die ganze Holzmasse in solche neben einander liegende Stränge vertheilt und durch das Parenchym gemeinsam verbunden. Mitunter ist ein centraler Hauptstrang mit eingeschlossenem Mark vorhanden, welcher auf verschiedene Weise von seitlichen Strängen umgeben ist. In andern Fällen fehlt der centrale Hauptheil, oder das Centrum ist von sehr schwachen Strängen eingenommen. Am auffallendsten sind diese Spaltungen des Holzkörpers bei den Sapindaceen und Malpighiaceen. Es hat dort sogar jeder Strang sein Mark und seine Markstrahlen. In der Nähe des Blattes sind die Stränge mit einander verwachsen. Das Parenchym, welches die Holzstränge umgibt, theilt sich ebenfalls in rindenartige Massen ab, die zuletzt ganz aus einander treten. So entstehen vollständig getrennte Stengeltheile, welche Zweigen ähneln, aber immer kabelförmig zusammengedreht sind, weil diese Spaltungen nur an windenden Stengeln vorkommen. Die nächste Ursache des Windens der Stengeltheile kann keine andere sein als die, dass sich die Zellen (oder das Zellgewebe) an e i n e r Seite des Stengels constant stärker in die Länge entwickeln, als an den andern.

Manche Bauhinien zeigen in dieser ungleichseitigen Entwickelung aufwärts eine gewisse Abwechselung, wodurch der Stengel fast zickzackartig hin und her gebogen erscheint.

Andere abweichende Bildungen an Lianenstengeln bestehen darin, dass sich die Parenchymmassen nicht, wie in den oben an-

geführten Fällen, in neben einander liegenden, getrennten Ringen um die Holzmassen entwickeln, sondern concentrisch, aber mehr oder weniger ungleichseitig. Obschon diese ungleichen concentrischen Lagen eine oberflächliche Aehnlichkeit mit den Jahrringen unserer Bäume haben, so dürfen sie doch nicht damit verwechselt werden. Bei den Jahrringen wechseln ungleichdicke Holzschichten, hier aber wechseln Holz- und Parenchymschichten mit einander ab und es bilden sich solcher Schichten mehrere in Einer Vegetationsperiode. Auch dehnen die innern Ringe sich oft noch so aus, dass die äussern an gewissen Stellen (zwischen Markstrahlen und Holzzellen) aus einander treten; in den dadurch entstehenden Lücken bildet sich dann ein neues Parenchym. Die meisten dieser Erscheinungen sind sehr gut und ausführlich, auch mit Rücksicht auf die Blattstellung, an Securidaca volubilis und Doliocarpus Rolandri, beschrieben von *H. Crüger.*

§. 830.

Stamm. Beim Stamme haben die Parenchymbündel eine horizontale, die Gefässbündel eine verticale Lage. Beiderlei Arten von Bündeln durchkreuzen sich gegenseitig, bleiben vermehrungsfähig und sind an ihren äussersten Grenzen — aussen an der Rinde, oben in der Stengelspitze, unten in der Wurzelspitze — beständig von einer jungen Zellschicht (Cambium) umgeben. Das Cambium ist demnach ein junges Zellenkleid, welches den ganzen Stamm mit seinen Aesten, Zweigen und Wurzeln ohne irgend eine Unterbrechung unter der Rinde bedeckt. Es bildet nach aussen die Rinde, nach innen das Holz.

In Folge der regelmässigen, oder symmetrischen, Vertheilung der Parenchym- und Gefässbündel um die Stammaxe, ist auch die Entwickelung des Stammes in die Dicke von Natur aus regelmässig, oder symmetrisch. Unregelmässige und asymmetrische Verdickungen, wie sie bei Lianen vorkommen, zeigen sich beim echten Stamme nicht. Eben so geht die Vermehrungsfähigkeit und die Verholzung der Gefässbündel mit den coätanen Parenchymbündeln Hand in Hand, so dass die einmal verholzten und verwachsenen Schichten keine Umwandlung und Verrückung durch Einschieben neuer Bildungen erfahren. Parenchymbündel und Gefässbündel durchkreuzen sich normal im Stamme. Die Parenchymbündel bilden hier echte Markstrahlen, denn sie erstrecken sich in der That strahlenförmig gerade und in horizontaler Lage von der Axe zum Stengelumfang bis in die Rinde hinein. Die Strahlen der jüngern Schichten

schliessen sich an die der ältern an und setzen sie fort. Nach aussen vermehrt sich mit der Vergrösserung des Umfangs auch die Zahl der Strahlen. Die Strahlenbündel werden von den auf- und absteigenden Gefässbündeln umschlungen. Daher biegen sich die Gefässbündel auf ihrem Verlaufe schlängelnd hin und her und verwachsen mit einander an den Stellen, wo sie sich berühren. Hierin liegt ein zweiter wesentlicher Unterschied in der Structur des Stammes und des Stengels, der aber aus der verschiedenen Richtung der verschiedenen Bündel folgt.

Die Parenchym- oder Markstrahlenbündel sind hauptsächlich die erste Ursache des Dickenwachsthums des Stammes; die Vermehrung und das Herabsteigen der Gefässbündel von oben nach unten die zweite. Das Längenwachsthum des Gefässcambiums ist die erste Ursache des Spitzenwachsthums des Stammes; das Dickenwachsthum des Parenchymcambiums die zweite. Weil die echten Gefässe Zellen mit unbegrenztem Spitzenwachsthum sind (§. 482. 3.), die Parenchymzellen aber ein begrenztes Spitzenwachsthum haben, so muss, in Folge der Anordnung und gegenseitigen Lage dieser beiden Zellsysteme, das Längenwachsthum des Stammes auch das Dickenwachsthum übertreffen. Jeder Dicotyledonenstamm ist in seinem untern Theile dicker, als in seinem obern, denn der Holzkörper nimmt mit dem Alter verhältnissmässig zu und der untere Holzkörper des Stammes ist der ältere Theil. Die Aeste, welche aus ältern Stammgliedern entsprungen sind, sind mit eben so viel neuen Schichten an ihrer Basis überzogen, als ihre Mutterstammglieder. Die coätanen Schichten der Aeste und ihrer Mutterglieder fliessen ununterbrochen in einander. Die Blattnarben werden an ältern Stengelgliedern mit einer Rindenschicht überzogen, unter welcher sich die jüngern Holzschichten über das abgebrochene Ende der Holzbündel, welche mit dem Blatte in unmittelbarer Verbindung standen, hinwegziehen. Die Gefässbündel jedes neuen Sprosses und jedes Blattes steigen, anfangs mehr oder weniger getrennt, in dem Stamme hinab, sie lassen sich aber nur bis zur Vereinigung mit dem gemeinsamen Holzkörper verfolgen, weil sie nachher mit den übrigen innig verschmelzen. Ich vermuthe indessen, dass alle obern Gefässbündel mit abnehmender Dicke bis in das unterste Stammglied hinabsteigen und dass die symmetrische, oder regelmässige Vertheilung derselben am Stamme mit der symmetrischen oder regelmässigen Stellung der Blätter und Axillarsprossen zusammenhängt.

Die Markröhre der Aeste schliesst sich nach unten entweder durch ein eigenthümliches dichteres Zellgewebe (z. B. bei den

Kräutern), oder sie verengt sich durch eine starke Zusammenziehung des Holzringes (z. B. bei den Sträuchern und Bäumen).

§. 831.

Bau der Wurzel. Die Wurzel enthält ganz dieselben Elemente wie der Stengel oder der Stamm, dem sie angehört. Die Elemente der Hauptwurzel sind die unmittelbare, nur in der Richtung entgegengesetzte Fortsetzung der Elemente des Stengels. Jede junge dicotyledonische Keimpflanze zeigt dabei einen einzigen ununterbrochenen centralen Gefässstrang von der Wurzelspitze bis in die Nähe der Stengelspitze; erst hier theilt er sich und endigt nach zwei entgegengesetzten Seiten in den Cotyledonen (Taf. 27. Fig. 2.). Ich vermuthe, dass es mit der Pfahlwurzel der keimenden Palmen sich eben so verhält. Nur bei Adventivwurzeln ist die Sache anders. Diese werden in besondern Knospen an Stengelgliedern angelegt und sind als Sprossen zu betrachten [71]). Ihre Gefässbündel werden daher anfangs getrennt von denen des Stammes entwickelt, legen sich erst später an dieselben an, und verwachsen oder verweben (bei den Palmen) sich mit ihnen.

Jede Wurzel kann man als ein einziges umgekehrt entwickeltes Stengelglied betrachten. Sie wächst bei Dicotyledonen immer auch verkehrt conisch, bei Monocotyledonen oft mehr cylindrisch wie die meisten Palmenstämme. Sie besteht auch bei weiterer Entwickelung aus Rinde, einem Holzring und Mark. Im Uebrigen kommen bei ihrem Bau alle Verhältnisse vor, welche wir bei den Stengel- und Stammformen betrachtet haben, nur besitzt die Epidermis keine Spaltöffnungen und der Holzkörper der Wurzeln theilt sich bei den Lianen nicht, wie bei den windenden Stengelgliedern, sondern bleibt im Allgemeinen ganz, wie die untern, nicht windenden Stengelglieder. Uebrigens aber kommt eine schwache radiale Spaltung des Holzkörpers in den Dicotyledonenwurzeln, durch keilförmiges Eindringen der parenchymatischen Rindensubstanz, nicht selten vor. Bisweilen kommt es vor, dass die Gefässbündel in der Wurzel auf ihrem Verlaufe netzförmige Schlingen bilden, während sie im Stengel parallel neben einander liegen (z. B. bei Papaver somniferum. Taf. 30. Fig. 1.).

Oft entwickelt sich die Rinde stärker als das Mark; starke Wurzeln haben gewöhnlich eine dicke Rinde und ein schwaches Mark; dünnen Wurzeln mangelt das Mark oft ganz. Die Epidermis ist oft mit Haaren bekleidet. Statt ihrer tritt späterhin mitunter eine Korkschicht auf.

Zweites Capitel.

Innere Gliederung des Blumenstocks.

§. 832.

Im Allgemeinen kommen hier nur Wiederholungen der Structurverhältnisse vor, welche wir bei dem Grundstock betrachtet haben. Die Modificationen, welche sich zeigen, beruhen theils auf veränderten Stellungsverhältnissen, theils auf der Veränderung der Zellenformen, wodurch entweder ein zarteres (bei Blumenblättern), oder ein härteres (in den Nussschalen, Steinfrüchten u. s. w.), oder ein sehr saftiges fleischiges (bei beerenartigen Früchten) Gewebe hervorgerufen wird. Von den Gefässen gilt im Allgemeinen, dass sie bei manchen Blattorganen der Blumenhülle, wie z. B. im Haarkelch der Compositen, ganz fehlen, dass sie bei vielen zarten und dünnen Blumenblättern nur in sehr vereinzelten Fäden (als Spiralgefässe) die Intercellularräume des Parenchyms durchkriechen, dass sie bei andern Blättern, wie z. B. in den Staubfäden, in dünnen Bündeln vorkommen, dass diese Bündel auch in dem Stiele der Samenknospe vorhanden, dass dagegen grössere laubartige Kelch- und Vorblätter ganz den Bau der Laubblätter zeigen, dass die Gefässe und Gefässbündel der Blätter eine kürzere oder längere Strecke in das Stengelglied sich hinaberstrecken, dass da, wo ein Theil von ihnen frühzeitig endet (wie z. B. in den dünnen Blumenstielen) auch nur ein einziges dünnes Bündel den mittlern Raum des Stengelorgans durchzieht, dass dagegen in allen denjenigen Fällen, wo sie zahlreicher auftreten, auch ein Gefässbündelring entsteht, mit Mark, Markstrahlen und Rinde, wie z. B. in den Aepfel- und Birnstielen. Wo die Blätter und Stengelglieder sich mehren, vermehren sich auch die Gefässe und — nach Umständen — die Gefässbündel.

Wo die Blattorgane zart sind, bestehen sie auch aus weichen, dünnhäutigen, saftführenden Zellen. Derbere Blattorgane sind gewöhnlich aus verholzenden Prosenchymzellen gebildet. Die Oberhaut der Blumenblätter besteht oft aus Zellen, die zu Papillen oder Härchen auswachsen. Diese Hervorragungen tragen zu dem weichen, zarten Ansehen und dem sammtähnlichen Glanze mancher Blumenblätter viel bei. Mitunter ist auch an den innern Flächen der Blattorgane gar keine besondere Epidermis vorhanden und an solchen Stellen treten leicht zuckerhaltige und schleimige Flüssig-

keiten heraus. Ebenso fehlt hier, so wie namentlich auf der Narbe, die Cuticula, welche sonst alle Organe aussen überzieht.

Eine speciellere Betrachtung verdienen die anatomischen Verhältnisse der Staubblätter und des Pistills.

§. 833.

Die Staubblätter. Der Staubfaden wird von einem Gefässbündel durchzogen, welches erst im Connectiv endet und, wo das Staubblatt sich in Lappen spaltet, Zweige dahin absendet. Die übrigen Zellen sind in die Länge gestellt und zu einem lockern Parenchym verbunden. Die Oberhaut ist oft gar nicht als eine besondere Bildung vorhanden, und wo sie als solche erscheint, da fehlen ihr gewöhnlich die Spaltöffnungen; aber es kommen nicht selten Haarbildungen vor. Von besonderer Wichtigkeit ist die Bildung des Staubbeutels. Der Anfang ist ein gleichförmiges junges Parenchym, dessen Zellen aber mit der Zeit sich eigenthümlich entwickeln und anordnen. Untersucht man eine Anthere von der am häufigsten vorkommenden Form in der Zeit, wo sich die Antherenfächer zu bilden beginnen, so sieht man auf dem Querschnitt vier Zellgewebspartien um die Axe herum, mehr oder weniger symmetrisch, vertheilt, deren jede wieder ihr besonderes Centrum zeigt. Diese Centren sind die Stellen wo die Pollenzellen sich entwickeln. Der Anfang scheint eine intercellulare bildungsfähige Flüssigkeit zu sein, welche von den umliegenden Zellen nach innen ausgeschieden wird und hier als flüssiger Zellenkern (vergl. §. 431. 438.) auftritt, um welchen sich eine Zellmembran bildet. In diesem flüssigen Zellenkerne scheiden sich späterhin mehrere Vacuolen (§. 428.) als neue flüssige Zellenkerne aus. Doch ist dieser früheste Zustand nicht deutlich und klar zu beobachten, indem die Zartheit des Gewebes, namentlich aber die der jungen Anfänge die Herstellung genauer Präparate unmöglich macht. In der Zeit, wo die Antherenfächer sich äusserlich als eine gelinde Anschwellung bemerklich machen, ist der mittlere Raum eines jeden künftigen Faches mit einem meist länglichen Zellgewebskörperchen ausgefüllt, welches aus den Mutterzellen der künftigen Pollenkörner besteht. Macht man vorsichtig einen Längsschnitt in eine solche Anschwellung, so kann man durch gelinden Druck unter dem Wasser das ganze Zellenkörperchen herausdrücken. Es liegt ganz lose und unverwachsen in der Umgebung, welche die Wand des Antherenfachs bildet. Auf dem Querschnitt einer ganzen Anthere sieht man anfangs nur Eine Zelle den innern Raum eines Faches einnehmen, späterhin aber sind mehrere vorhanden.

Ihre Zahl ist, je nach den Pflanzenarten, verschieden; meist vier bis sechs. Nach *Wimmel* („Botan. Zeitg." 1850. 227.) sollen bei Allium spirale mehr als zwanzig vorkommen. Die übrigen Zellen bilden das Gewebe für das Connectiv, die Scheidewände, die Aussenwände und einen innern Pollensack, der zunächst den Pollenkörper umgibt. Die Zellen des innern Pollensacks sind radial und zugleich concentrisch, die der Aussenwände nur concentrisch geordnet. Die Zellen des innern Pollensacks werden aber mit der fortschreitenden Entwickelung des Pollenkörpers verdrängt und resorbirt, weshalb man ihn auch als „transitorisches Zellgewebe" bezeichnet. Bei Pflanzen, deren Blumen sich über dem Wasser entwickeln, kleiden sich die Zellen einzelner oder mehrerer Schichten der äussern Wand, mitunter auch der Scheidewand und des Connectivs, inwendig mit derben Spiralfasern aus (Taf. 12. Fig. 7.), wodurch die Wände sehr elastisch und hygroskopisch werden. Diese Spiralfaserzellen zeigen sich in der Zahl und Anordnung sehr verschieden.

Das Pollenkörperchen besteht aus den innig verwachsenen Pollenmutterzellen. Jede derselben enthält einen grossen hellen Zellenkern in Form einer Vacuole, worin gewöhnlich mehrere Kernkörperchen zu sehen sind, die sich in der Regel als Stärkekügelchen ausweisen. Späterhin lösen sich die Mutterzellen von einander ab, der Zellenkern nimmt an Grösse zu, bis er zuletzt mit seiner Membran die ganze innere Wand der Mutterzelle auskleidet. In diesem Stadium nimmt alsdann die Mutterzelle unter Wasser eine Kugelform an und ihr Inneres ist mit einer homogenen Flüssigkeit erfüllt, in welcher sich bald wieder eine unbestimmte Anzahl neuer Zellenkerne bilden, die wieder verschwinden. Endlich wird der Inhalt der Zelle deutlicher körnig getrübt und nun erscheinen oft zwei grössere elliptische Vacuolen als neue Zellenkerne, mit oder ohne Kernkörperchen. Letztere sollen sich nach *Hoffmeister* später bilden, als die Zellenkerne. Diese werden anfangs durch eine trübe Schleimschicht von einander getrennt, in deren Mitte bald eine Scheidewand erscheint, welche das Innere der Mutterzelle in zwei Hälften theilt. Diese Scheidewand erscheint in verticaler Lage anfangs als eine sehr zarte Linie, sie nimmt aber an Dicke zu und zeigt sich später als aus zwei an einander liegenden Membranen von zwei Tochterzellen bestehend. In der Regel entstehen in jeder dieser Tochterzellen (durch Theilung des Zellenkerns?) wieder zwei secundäre Tochterzellen, welche die Pollenzellen sind. Sind diese hinreichend entwickelt, dann wird die Membran der Mutterzellen resorbirt und die jungen Zellen sind mit einer zerflossenen Schleimmasse umgeben. Die äussere Haut der

jungen Pollenzellen ist eine Gelinhaut, unter ihr folgt die Proteïnhaut. Die äussere Gelinzelle wird von *Naegeli* [72]) und andern neuern Physiologen auch als Specialmutterzelle bezeichnet. Sie zerfliesst späterhin gewöhnlich wie bei den Sporen (§. 486.) und verschwindet, so dass die Proteïnhaut nun die äusserste Zellenhaut des Pollenkerns bildet. Die Substanz der zerflossenen Zellenmembranen ist bisweilen in eine eigenthümliche (nach *Schleiden* viscinartige) Substanz umgeändert, durch welche die Pollenkörner zu zweien oder vieren fest zusammenkleben. Bei den Orchideen werden durch diese sehr elastische Substanz die ganzen Pollenkörner zu einem Pollenkörper (pollinarium) vereinigt (Taf. 34. Fig. 2.). Bei den Asclepiadeen dagegen zerfliessen die sogenannten Specialmutterzellen nicht, sondern sie sind zu einem Zellenkörper verbunden.

Bei unter dem Wasser blühenden Pflanzen, wie bei Najas und Zostera, bleibt die Gelinhaut ebenfalls die äusserste Lage; die Pollenzellen sind aber unverbunden. Sie besitzen bei Najas eine eiförmige Gestalt, bei Zostera dagegen sind sie zu langen dünnen Schläuchen entwickelt, welche parallel neben einander liegen. Bei den gewöhnlichen Pollenzellen, deren äusserste Membran aus Proteïnsubstanz besteht, ist, wie bei allen Proteïnzellen (vergleiche §. 486.) noch eine innere Gelinmembran vorhanden. Beide Membranen verdicken sich durch Schichten. Die Aussenseite der Proteïnhaut ist mit netzförmigen, warzenförmigen, stachelähnlichen, leistenförmigen oder andern Erhabenheiten versehen, welche gewöhnlich höchst regelmässig, oder symmetrisch vertheilt sind (Taf. 35. Fig. 20. 21.). Eben so finden sich einzelne oder mehrere regelmässig, oder symmetrisch vertheilte Oeffnungen in der Proteïnhaut, welche die Form runder Löcher, oder auch länglicher Spalten besitzen. Aus diesen Oeffnungen quillt nicht selten, namentlich bei Pollenkörnern, welche man in Wasser legt, ein Theil der innern Gelinzelle schlauchartig hervor.

Der Inhalt der entwickelten Pollenzelle besteht theils in einem Gemisch schleimartiger Proteïn- und Cellulosesubstanzen, deren genaue Ermittelung nicht möglich ist, ausserdem aus einzelnen Stärkekörnchen und Oeltropfen. Jene schleimige Substanz quillt durch das Liegen des Pollenkerns im Wasser sehr auf und veranlasst nicht selten die Sprengung des Pollenkerns und das Ausfliessen des flüssig gewordenen Schleimes. Man hat den Inhalt des Pollenkerns fovilla genannt.

§. 834.

Das Pistill. Im Allgemeinen gilt hier, dass die Gliederung des Gewebes und die Vertheilung und Anordnung seiner Elemente auch der äussern Gliederung durchaus entspricht, und dass die aussen sichtbar werdenden Glieder sich nach innen, so wie die obern nach unten, oft genau verfolgen lassen. Die von mir §. 789. angenommene Gliederung der Carpelle wird auch durch die Structur, durch den Verlauf und die Verbindung der Gefässbündel, welche die Knospe als Seitenglied mit dem Carpellgliede verknüpfen, bestätigt. Da nun ferner schon oben (§. 800.) in einzelnen Beispielen die innere Gliederung mit der äussern zum Theil betrachtet wurde, so bleibt uns im Ganzen nur noch diejenige Structur zu erörtern übrig, welche von wesentlichem Einfluss bei dem Befruchtungsacte ist.

Das Gewebe des Pistills ist ein lockeres Parenchym mit Intercellulargängen; aussen ist dasselbe mit einer besondern Epidermis bekleidet, welche nicht selten Spaltöffnungen zeigt. Im Fruchtknoten der Dicotyledonen kommen oft seitliche Verzweigungen und netzförmige Verschlingungen der Gefässbündel innerhalb des Parenchyms vor. Die innern Höhlen besitzen zwar auch in der Regel eine besonders entwickelte äussere Zellenschicht, welche man als Epidermis (Epithelium) ansehen kann, aber sie ist nur aus lose vereinigten Zellen gebildet, welche sich nach der Höhle zu papillenartig oder selbst haarähnlich verlängern. Auch die Oberfläche der Narbe zeichnet sich durch solche papillose Zellen aus, welche sich noch von da aus durch den Griffelcanal bis ins Innere der Fruchtknotenhöhle erstrecken (Taf. 36. Fig. 16.). Die äussere Epidermis des Pistills ist mit einer Cuticula überzogen. Diese verschwindet aber allmälig nach der Narbe zu und hier, so wie in dem Griffelcanal fehlt sie. Sie wird aber hier durch eine schleimige und etwas zuckerhaltige Flüssigkeit (Narbenfeuchtigkeit) ersetzt, welche das papillose Zellgewebe hier ausschwitzt, und welche dazu dient, den darauf fallenden Pollen festzuhalten und zugleich ein Medium zu bilden, in welchem die Pollenschläuche sich entwickeln können. Die Narbe besteht nur aus lockerm Parenchym, dessen Zellen eine longitudinale Anordnung haben (Fig. d.). Diese Zellenreihen sind noch durch Intercellulargänge aufgelockert, in welchen sich dieselbe schleimige Flüssigkeit befindet, wie auf der Narbenfläche. Die Intercellulargänge führen nach innen zur Fruchtknotenhöhle und werden bei der Befruchtung von den Pollenschläuchen durchzogen. Das ganze lockere Gewebe heisst „das leitende Zell-

gewebe". Bei den Asclepiadeen und Apocyneen wächst die obere Oeffnung des Griffels zu und das leitende Zellgewebe bildet sich von der innern Griffelhöhle aus nach aussen, wo es an den Seiten, unter der Griffelspitze zu Tage kommt. Nach der Befruchtung vertrocknet der die Narben überziehende Schleim zu einer Haut, die man als Cuticula ansehen kann. Die Haare, welche man aussen oft an dem Griffel antrifft, hat man Sammelhaare genannt, indem man ihnen eine besondere Function bei der Befruchtung zuschrieb, die sie jedoch nicht haben. Sie sind bei dem Befruchtungsact unwesentlich.

Anhang zu den drei letzten Büchern.

I. Bewegung des Pflanzensaftes.

§. 835.

Wir müssen hier unsere Erörterungen an die „Schlussbetrachtungen über das Leben des Zellgewebes“ (§. 521. des ersten Bandes) anschliessen. Wir haben als Ursache des Einsaugens der Flüssigkeiten, von Seiten der Wurzel und der andern Organe, die Capillarität (Endosmose und Exosmose) bezeichnet. Eine andere Ursache kann nicht füglich angenommen werden. Der ganze Bau der Pflanzen ist von der Art, dass man sie als die vollkommensten und complicirtesten Diffusionsapparate ansehen kann. Das ganze Wachsthum der Pflanzen beruht auf der Einsaugung, Vertheilung und Ausscheidung von tropfbaren und luftförmigen Flüssigkeiten.

Daneben findet der chemische Process Statt, in dessen Folge die Stoffe gebildet werden, die wir im ersten Bande (§. 329 fg.) kennen gelernt haben.

Im Allgemeinen gilt nun, dass sämmtliche verschiedene Organe und Glieder, welche ein Pflanzenindividuum zusammensetzen, durch die Bewegungen des Pflanzensaftes in Verbindung stehen. Es sind daher wirkliche Saftwege vorhanden, die von einem Organe zum andern führen. Man kann sagen, dass die Saftwege, so wie überhaupt alle Bahnen, welche die verschiedenen Abtheilungen des Saftes durch ihre Bewegung bezeichnen, die flüssigen Glieder der Pflanzen sind. Diese Saftwege werden durch die Strömungen selbst gebildet, und zwar auf ähnliche Weise, wie der Fluss sich sein Bett gräbt. Auf jedem Wege hinterlässt der Pflanzensaft Spuren seiner Anwesenheit, wie ein Landstrom. Er setzt überall erstarrte Moleküle der aufgelösten Stoffe ab, und diese starren Reste sind die Anhaltepunkte, aus denen man die Richtung (die Form) des

Stromes beurtheilen kann. Wohin nun die Strömung des Pflanzensaftes sich wendet, dahin setzen sich auch die erstarrten Moleküle an. Die Elementarströme erzeugen nun die erstarrten Elementarformen, z. B. Zellen, die Bewegung und Verkettung der Elementarströme erzeugen die Gewebeformen. Man kann daher die besondere und allgemeine Richtung der Saftströmung nach der besondern und allgemeinen Anordnung des Zellgewebes beurtheilen. Indem wir nun in den vorhergehenden Büchern die erstarrten innern und äussern morphologischen Erscheinungen betrachtet haben, haben wir zugleich die Strömungen des Pflanzensaftes betrachtet, welche bei ihrer Bildung stattgefunden haben müssen. Wir haben daher im Grunde hier nichts weiter über die Saftströmung in den Pflanzen zu berichten, denn jeder weitere Bericht würde nur eine Wiederholung des schon Dagewesenen sein.

II. Bewegungen der Pflanzenglieder.

§. 836.

Die im vorigen §. besprochenen Bewegungen sind allgemeine Wachsthumsbewegungen. Die Strömungen in einer Pflanze vermehren das Volumen derselben. Es kann sich scheinbar eine Stengelspitze von dem Boden eines Zimmers bis an die Decke desselben bewegen. Ich sage scheinbar, denn die Theile der Stengelspitze von unten sind in der That unten geblieben; sie haben nur momentan die Stengelspitze gebildet. Die obere Stengelspitze ist eine ganz andere, als die untere. Aber die Blattspitze wird durch die eigenthümliche Art der Blattbildung in der That nach oben bewegt, wenn das Blatt eine ziemlich senkrechte Lage hat. Diese Bewegungen haben alle nur einen einfachen Grund und sind Wachsthumserscheinungen. Sie beruhen auf der Bildung neuer Zellen und auf der Ausdehnung vorhandener. Einfach mechanisch sind die Gliederbewegungen, welche sich zeigen beim Aufspringen der Kapseln, Antheren und Sporenbehälter. Die Theile reissen hier in Folge des Austrocknens auseinander, gerade so, wie das Holz beim Trocknen. Auch die spiraligen und andern Biegungen trockener Pflanzenorgane gehören hierher.

Eine dritte Art von Gliederbewegungen sind diejenigen, welche bei kräftig vegetirenden Individuen vorkommen. Sie haben zwar auch ihren Grund in dem Wachsthum der Pflanze, aber es kommen dabei ungleiche Expansionen und Contractionen gewisser Theile der Blatt- oder Stengelorgane vor, die sich zu bestimmten

Zeiten, oder auch in Folge äusserer Berührungen wiederholen und veränderliche Krümmungen, die man, wie bei den Thieren, leicht mit den Augen verfolgen kann, hervorrufen. Dahin gehören die veränderlichen Lagen und Richtungen gewisser Laub- und Blumenblätter; die Krümmungen der Pflanzentheile gegen das Licht, oder das Fliehen der Wurzelspitzen vor dem Lichte; das Zusammenlegen oder Krümmen der Blätter, Staubfäden u. s. w. bei der Berührung (Mimosa, Dionaea, Berberis, Helianthemum, Stylideae); die rhythmischen Bewegungen der Fiederblättchen bei Hedysarum gyrans, gyroides und vespertilionis, des Labellum von Megaclinium falcatum; das Zittern der Staubfäden bei Cereus grandiflorus u. s. w.

III. Bewegungen freier Pflanzenindividuen.

§. 837.

Sie finden sich nur bei den niedern Pflanzenformen und zwar bei denjenigen Algen, welche entweder einzellig sind, oder aus ganz gleichartigen Zellen bestehen.

Bei einzelligen Algen ist die Bewegung mit den im ersten Bande (p. 294 fg.) beschriebenen Zellenbewegungen übereinstimmend, so dass sich hier nichts Weiteres von allgemeiner Bedeutung sagen lässt.

Bei mehrzelligen Individuen ist die Bewegung von zweierlei Art, nämlich schwärmend, wie bei Schwärmzellen, und krümmend. Eine schwärmende (kugelnde oder drehende) Bewegung zeigen die ganz jungen Individuen von Botryocystis und Pediastrum; eine oscillirende Bewegung besitzen die Oscillarien, Spirulinen, Arten von Cylindrospermum, Limnochlide und mehrere andere hiermit verwandte Formen. Diese Algen sind sämmtlich fadenförmig und bewegen ihre beiden Enden in spiraligen Krümmungen, wobei die Spitzen zugleich vorwärts rücken[73]).

Siebentes Buch.

Von dem Einfluss der äussern Natur auf die Pflanze.

§. 838.

Die Pflanze entsteht, wächst und stirbt unter dem Einfluss äusserer Mittel. Sie ist gar Nichts von sich selbst, sondern Alles durch ihre Umgebung. Diese Umgebung wirkt in mehrfacher Weise:

1) chemisch, indem sie theilweise die Bestandtheile zu den Pflanzenstoffen liefert;

2) mechanisch, indem sie bei der Vereinigung der Stoffe zu sinnlich wahrnehmbaren Körperformen thätig ist und mit diesen in Wechselwirkung tritt [74]).

§. 839.

Die äussern Mittel, durch deren Einfluss das Pflanzenleben bedingt wird, sind:

1) Die Bestandtheile des Bodens.
2) Das Wasser, in Tropfen- und Luftform.
3) Die Atmosphäre.
4) Die Wärme.
5) Das Licht.
6) Die Electricität (und der Magnetismus?).

Die vereinigten und in einander greifenden Wirkungen, so wie das quantitative Verhältniss dieser äussern Mittel bilden das Klima [75]) des Ortes, an welchem die einzelne Pflanze wächst.

Die klimatischen Verhältnisse wirken so entschieden auf die vegetabilischen Erscheinungen, dass man die letztern mit benutzt, um das wahre Klima einer Gegend zu bestimmen.

Obschon wir jene Mittel in ihren besondern Wirkungen auf das Pflanzenleben einzeln betrachten müssen, um eine genauere Kenntniss zu erlangen, so greifen sie doch beständig so in einander, dass bei der Betrachtung des Einzelnen immer auch die Andern hinzugezogen werden müssen.

§. 840.

Die starren Bestandtheile der Erdrinde bilden vorzüglich den Boden für die Pflanzen.

Der Boden übt eine chemische und eine mechanische Wirkung beim Pflanzenwuchs aus.

Die chemische Wirkung besteht darin, dass eine bestimmte oder unbestimmte Menge und Anzahl seiner Bestandtheile in die Pflanzensubstanzen aufgenommen wird. Der Pflanzenboden entsteht zunächst durch mechanisches Zerfallen oder durch chemische Zersetzung der mineralischen Substanzen. Dadurch entsteht eine mehr oder weniger lockere Erdkrume, welche die erste Grundlage des Pflanzenbodens bildet. Diese Erdkrume saugt vermöge ihrer Porosität sowol die gasförmigen Bestandtheile der Atmosphäre, als auch tropfbares Wasser ein. Durch die mechanischen und chemischen Wechselwirkungen zwischen der Erdkrume, der Atmosphäre und dem Wasser werden gewisse Bestandtheile der Erdkrume löslich gemacht. Nur aufgelöst können dieselben in die Pflanzen gelangen.

§. 841.

Bei der Urzeugung der verschiedenen Pflanzenformen haben sicher die sogenannten fixen Bestandtheile und die klimatischen Verhältnisse der Erde das specifische Gepräge der verschiedenen Pflanzenformen hervorgerufen, in gleicher Weise, als aus gewissen Salzlösungen specifisch verschiedene Krystallformen hervorgehen, je nachdem bei ihrer Entstehung eine hohe oder niedere Temperatur u. s. w. mit ins Spiel kommt[76]). Jetzt wo die specifischen Pflanzenformen schon da sind, wissen wir nur, dass ihre Fortsetzung an gewisse klimatische und chemische Bedingungen geknüpft ist. Nur unter den niedrigsten Pflanzengebilden treffen wir solche an, welche der fixen mineralischen Bestandtheile zu ihrer Entstehung nicht bedürfen, z. B. die Essigmutter (Ulvina aceti) und verschiedene Hygrocrocis-Arten, welche in destillirten Wässern entstehen. Von den meisten Pflanzen ist noch gar Nichts über die ihnen nothwendigen mineralischen Bestandtheile bekannt. Nur von gewissen einzelnen Pflanzenarten weiss man, dass sie sandigen, kalkigen, salzigen u. s. w. Boden lieben. Im Allgemeinen stellt sich nach den bisherigen Aschenanalysen heraus, dass Alkalien vorzüglich in saftigen, amylon- und zuckerhaltigen Pflanzen und Pflanzentheilen, Kalk besonders in Blättern, Früchten und Stengeln der Dicotyledonen, Kieselsäure in den Stengeln und Blättern der Monocotyledonen und durchweg in den Zellen der Diatomeen, Phosphorsäure,

in stickstoffreichen Samen enthalten sind. Ueber den möglichen Einfluss, den die Alkalien bei der Bildung der Cellulose- und ähnlicher Substanzen besitzen, verweise ich auf §. 379. Ob in ähnlicher Weise die phosphorsauren Salze bei der Bildung der Proteïnsubstanzen eine Rolle spielen (§. 412.), darüber können kaum Vermuthungen ausgesprochen werden. So viel aber ist gewiss, dass Pflanzen in einem Boden nicht gedeihen und sich nicht vollständig, oder doch in abweichender Form, entwickeln, wenn der Boden diejenigen fixen Mineralbestandtheile nicht enthält, welche die normal entwickelte Pflanze verlangt. Auch der Umstand erschwert schon das Gedeihen gewisser Pflanzen, wenn der Boden die Mineralsubstanzen nicht im löslichen Zustande enthält. Bei der Pflanzencultur ist dieser Punkt von höchster Wichtigkeit und die günstigen Resultate bei der Anwendung mineralischen Düngers, der nach den verschiedenen Pflanzen eingerichtet sein muss, erklären sich daraus. Auch der gewöhnliche Dünger, welcher aus thierischen, mit Stroh gemengten Stoffen besteht, enthält die mineralischen Bestandtheile in einem Zustande, in dem sie leichter löslich sind [77]).

§. 842.

Wenn auch die Ansicht vollkommen wissenschaftlich gerechtfertigt werden kann, wonach die ersten Pflanzenformen, mit denen die kahle Erdrinde sich bekleidete, aus den Bestandtheilen unorganischer Körper erzeugt wurden, so sind doch auch Fälle vorhanden, welche beweisen, dass die Existenz gewisser Pflanzen-Arten oder -Formen an die Präexistenz anderer Pflanzenarten geknüpft ist. Jenes sind solche Pflanzen, welche nur in humusreichem Torfboden wachsen, oder aus der zerstörten todten Substanz anderer Pflanzen hervorgehen, oder endlich sich nur von dem frischen Safte anderer lebenden Pflanzen nähren.

Zu der ersten Gruppe gehören gewisse Algen, Moose und Phanerogamen. Doch sind wir hier noch nicht in völliger Gewissheit, ob die Humussubstanz wirklich als solche aufgenommen wird [78]).

Zu der zweiten Gruppe gehören die Pilze (Vergl. §. 596.), die man auch fälschlich wohl als Schmarotzer anderer Pflanzen ansieht. Sie sind es aber so wenig, wie die Flechten, Moose und Stachelbeersträuche, welche an alten Weidenstämmen wachsen, oder gewisse tropische Orchideen und Lianen, deren Wurzeln in die abgestorbenen Stammtheile grösserer Bäume eindringen.

Zur dritten Gruppe gehören die wahren Schmarotzerpflanzen, die man auch als Hysterophyta (Martius) bezeichnet. Sie finden sich in den Familien der Balanophoreae, Rafflesiaceae, Orobancheae,

Loranthaceae und Marcgraviaceae. Alle diese schlagen ihre Wurzeln in das Zellgewebe anderer lebenden Pflanzen ein und nähren sich von deren Safte. Sie sind nicht fähig, sich von den Bestandtheilen unorganischer Körper zu nähren. Sie gleichen darin den Blumenstöcken anderer Pflanzen, die auch als Schmarotzer auf ihren Grundstöcken angesehen werden können (§. 752. 753.). Die Ursache dieser Erscheinungen ist jedenfalls in einer besondern Bildung des Zellgewebes zu suchen. Auch das Zellgewebe oberer Stengelglieder weicht in manchen Fällen bei Bäumen von dem des untern Stammes ab, wenigstens in Bezug auf den Zelleninhalt. So ist der Saft im obern Stamme immer concentrirter und zuckerreicher, als im untern. Von einer höhern Concentration des Saftes scheint auch in der That die Entwickelung des Blumenstocks abhängig zu sein. Eine reichliche, aber sehr wässerige Nahrung entwickelt bekanntlich bei fast allen Pflanzen mehr Laubblätter (Grundstock) als Blüthen, wie nasse Sommer bezeugen. Man kann in feuchten Tropengegenden unsere Obstbäume nur dann zum Blühen und Fruchttragen bringen, wenn man während der heissen Jahreszeit ihre Wurzeln bloss legt. Dadurch wird zugleich der Zellensaft concentrirt, die Vegetation verlangsamt, der Laubfall (wie bei uns im Winter) hervorgerufen und der geile Wuchs des Grundstocks verhindert [79]). In Tropengegenden kommen indessen Fälle vor, wo die Pflanzen gleichzeitig theilweise auf einem fremden Grundstocke, theilweise in der Luft, theilweise in der Erde wurzeln. Dazu gehören mehrere Artocarpeen, Marcgraviaceen, Myrtaceen, Melastomeen und andere. Ficus dendroctona, Clusia und andere Guttiferen saugen sich mit ihren Stämmen und Aesten an andere Bäume an, wenn sie mit denselben in Berührung treten. An der Berührungsstelle schwindet bei beiden Individuen die Rinde, das Cambium des einen kommt in unmittelbare Berührung mit dem Cambium des andern und der Parasit saugt den Saft des fremden Baumes auf, ohne mit ihm zu verwachsen. Bei der Trennung sind die Berührungsstellen von dem Safte feucht. Ist die Nährpflanze nicht dick, so breitet sich der Parasit oft so auf derselben aus, dass er sie röhrenförmig umgibt und durch Saftentziehung tödtet. (Vergl. *v. Martius,* „Ueber die Vegetation der unechten und echten Parasiten“. In den „Gel. Anzeigen d. K. bayersch. Academie d. W.“ B. 14. p. 353 fg.)

§. 843.

An die natürlichen Parasiten schliessen sich die künstlichen an. Sie werden erzeugt, indem man gewisse Pflanzentheile aus

ihrer normalen und natürlichen Entwickelungsreihe herausreisst und in eine andere, — und zwar entweder auf ein anderes Individuum derselben Art, oder auch auf das einer andern (aber doch verwandten) Art — versetzt, um dieselben sich von einem andern, als dem mütterlichen Individuum ernähren zu lassen. Es kann diese Versetzung mit einzelnen Zellen geschehen (mit dem Pollen), dann mit Knospen, endlich auch mit einjährigen Reisern.

Bei der Versetzung einzelner Zellen nimmt man den Pollen einer blühenden Pflanze und bestäubt damit die Narbe einer andern. Gehören die beiden Mutterpflanzen verschiedenen Arten derselben Gattung (oder auch verwandter Gattungen) an, so entwickelt sich der Pollen auf der fremden Mutterpflanze und befruchtet die Samenknospe. Der dadurch hervorgehende Samenembryo entwickelt sich aber zu einer Mittelform, welche einerseits mit der Mutterpflanze der Samenknospe, anderseits mit der Mutterpflanze des Pollens (oder, wie man auch sagt, mit dem Vater) Aehnlichkeit hat. Man nennt solche Mittelformen Bastarde (plantae hybridae). Den Act selbst nennt man die Kreuzung der Geschlechter. Diese Kreuzung wird auch oft durch Winde und Insekten, die den Pollen von einer Pflanze auf die andere überführen, veranlasst und es bilden sich so natürliche Bastarde. Man kennt übrigens nicht bloss Bastarde von Phanerogamen, sondern auch von Farnkräutern und Moosen. Wie diese entstehen, weiss man noch nicht [80]). Es ist sogar wahrscheinlich, dass unter den Algen Bastarde entstehen, indem gewisse Zellen bei einander wachsender verschiedener Arten durch Berührung mit einander verschmelzen und ihren Inhalt mischen. Aus diesem Inhalt gehen dann neue Brutzellen hervor, deren Ergebniss eine Mittelform der verschmolzenen Mutterzellen ist. Ich vermuthe solche Bastarde namentlich bei den Zygnemeen. Ja, ich möchte behaupten, dass die Vermischung des Zelleninhaltes bei niedern, durch einander wachsenden Algen (wie das namentlich häufig bei Oscillarien und den Confervinen der Fall ist) eine sehr gewöhnliche Erscheinung sein muss. Das Factum lässt sich nur schwer durch die Beobachtung sicher stellen.

Das Versetzen der Knospen an andere Nährstämme nennt man Oculiren, das Versetzen der jungen Reiser mit ihren Knospen das Pfropfen. Das Nähere hierüber gehört in die Gärtnerei. Hier soll nur erwähnt werden, dass beim Uebertragen die Cambiumzellen des Stecklings und des Nährstammes an einander kommen müssen, um eine Verwachsung beider herbeizuführen. Der Einfluss der Nährpflanze ist in der Regel nicht von der Art, dass die zukünftigen Sprossen der aufgesetzten Knospen von den Formen ihrer

Mutterpflanze abweichen. Aber in gewissen Fällen hat allerdings die Nährpflanze auf den Pflegling Einfluss, so dass die nachkommenden Sprossen als Bastardbildungen gelten können. So werden die Nachkommen kriechender Sträucher auf hochstämmigen Bäumen ebenfalls zu hohen Bäumen, und umgekehrt die Nachkommen hochstämmiger Bäume auf Zwergstämmen ebenfalls zu Zwergbäumen. Seltener erstreckt sich die Bastardbildung hierbei auf die Elemente der Blume, wie z. B. bei Cytisus Adami[81]).

§. 844.

In den vorigen §§. haben wir den Boden hinsichtlich seines chemischen Einflusses, in so fern er die Stoffe für das Pflanzenleben liefert, betrachtet. Es bleibt uns nun noch übrig, denselben in seinem mechanischen Einflusse kennen zu lernen. Wir haben schon oben (§. 840.) erwähnt, dass der Boden vermöge seiner Porosität gasförmige und tropfbare Flüssigkeiten aufnimmt. Wegen seiner lockern Beschaffenheit aber dringen auch die Wurzeln in ihn ein, breiten sich darin aus und befestigen so den Stamm in dem Boden. Eine fernere allgemeine Erscheinung ist auch, dass die Samen, wenn sie von der Mutterpflanze sich trennen, auf den Boden fallen und hier in die Zwischenräume desselben aufgenommen werden. Weniger allgemein ist, dass Stengel oder Stämme mit ihren Blättern unter der Bodenfläche vegetiren. Die unterirdischen Blätter sind immer schuppenartig und haben keine Spaltöffnungen. Alles dies kann nur stattfinden, wenn der Boden gehörig gelockert ist. Er übt aber auch auf die Form der Wurzel einen gewissen Einfluss aus, indem die Wurzelspitze bei ihrer Entwickelung genöthigt wird, die starren Bodentheilchen, auf welche sie stösst, zu umgehen, und sich nach verschiedenen Richtungen umzubiegen. Dadurch entstehen die verschiedenen Krümmungen, die immer bei schwachen Wurzeln vorhanden sind und erst bei stärker entwickelten durch Geradstreckung mehr oder weniger aufgehoben werden. Auch kommen Spaltungen der Wurzeln vor, wenn sie beim Tiefergehen auf eine dichtere Bodenschicht stossen, die der Wurzelspitze beim Eindringen einen grössern Widerstand entgegensetzt. Diese Spaltungen können ganz den Spaltungen der Flüsse verglichen werden. Sie zeigen sich auch bei den Wurzeln, welche aus obern Stengelregionen entspringen, zunächst in der Luft herabwachsen und dann im Boden sich befestigen. Wenn diese Wurzeln den Boden berühren, so macht sich der grössere Widerstand bei manchen Tropenpflanzen zunächst dadurch bemerklich, dass der Wurzelstrom sich staucht und dann nach verschiedenen

Seiten hin sich in kleinere Ströme theilt. Es bildet sich nämlich ein Wulst, von welchem aus Büschel von Seitenwurzeln abgehen. (Vergl. *v. Martius*, „Ueber die Vegetation der Parasiten".)

§. 845.

Indem wir nun aber unsere Betrachtungen über den Boden als Befestigungsmittel der Pflanze weiter fortsetzen, finden wir, dass derselbe auf den jungen Pflanzenstrom auch noch eine anziehende Wirkung äussert, in ähnlicher Weise, wie sie zwischen flüssigen und starren Körpern, welche gegenseitig adhäriren, stattfindet. Da der Boden hierbei nur als starre Unterlage fungirt, so ist es gleichgültig, ob derselbe den erstarrten unorganischen oder organischen Formen angehört. Es kann daher auch die eine organische Form sich an der andern entwickeln, indem die eine die andere durch Adhäsion stützt. Bei Oscillarien, Zygnemeen und andern schwachen fadenförmigen Kryptogamen wächst der schwache Körper nur in Folge der Adhäsion an seiner Stütze hinauf. Die Adhäsion wird hier aber offenbar durch die Feuchtigkeit hervorgerufen; bei Oscillarien und Zygnemeen aber wird diese noch durch den flüssigen Schleim verstärkt, welcher die Fäden umgibt. Ja es entwickeln sich oft diese Fäden an einander und stützen sich gegenseitig, indem sie an einander haften („Symploca, Tab. phycol." 73—76. u. s. w.). Mitunter verschlingen und verflechten sie sich dabei (Oscillaria anguina). Wo nun der flüssige Schleim erstarrt, da geht die Adhäsion in Cohäsion über und die Fäden sind dann mit einander verwachsen (Phormidium, Rivularia, Symphyosiphon). So entwickeln sich auch bei höhern Pflanzen Zellen und Zellenreihen an einander und verwachsen dann; ja ganze Zellenschichten vereinigen sich so, wie wir an der Structur der Stengel- und Stammgebilde gesehen haben. Auch das Schlingen der Ranken um eine Stütze, nach Berührung beider, wird vielleicht richtiger durch die Adhäsion erklärt, als durch die Reizbarkeit der Ranke, von der sich Niemand eine klare Vorstellung machen kann [82]). Von einer Adhäsion älterer Pflanzentheile an fremde Gegenstände, kann natürlich nicht die Rede sein.

Die Adhäsion (Capillarität, Endosmose und Exosmose, Diffusion) spielt daher jedenfalls nach dem Chemismus die bedeutendste Rolle im Pflanzenleben. Sie tränkt den lockern Boden mit Nahrungsmitteln (Wasser, Atmosphärluft, Kohlensäure, Ammoniak, Schwefelwasserstoff, Phosphorwasserstoff, verschiedenen Lösungen starrer mineralischer Körper), sie entzieht, in Folge des kräftigern endosmotischen Apparates (des Zellgewebes) der Pflanzen, dem

Boden beständig diese Körper wieder und macht denselben dadurch wieder für die Aufnahme neuer Quantitäten geschickt. So entsteht ein ewiger, nie ruhender Wechsel.

Die Absorptionsfähigkeit des Bodens richtet sich nach seiner physischen Beschaffenheit. Im Allgemeinen kann man annehmen, dass thoniger Boden am meisten, sandiger am wenigsten die den Pflanzen zuträglichen Gasarten absorbirt. Kalkboden steht zwischen beiden. Aber die Auflockerung des Bodens, welche ebenfalls eine wesentliche Bedingung für den Pflanzenwuchs, und namentlich für die Entwickelung der Wurzeln ist, wird besonders durch den Sand erreicht. Darum ist ein Gemenge von Thon, Kalk und Sand der Vegetation im Allgemeinen am zuträglichsten.

§. 846.

Das Wasser, in Tropfen- oder in Luftform wirkt, wie der starre Boden, chemisch und mechanisch auf die Vegetation. Das Wasser ist zur Vegetation das unentbehrlichste Mittel (Vergl. §. 348.), indem keine chemische Bewegung im Organismus ohne Betheiligung des Wassers stattfindet. Jede chemische Thätigkeit setzt erst die Berührung der Körper (die Adhäsion derselben) voraus. Die Adhäsion wird aber ebenso, wie die chemische Thätigkeit durch das Wasser, im Zellenleben vermittelt und geregelt. Durch die Quantität, so wie durch die ungleiche Vertheilung des Wassers in einem vegetabilischen Organismus, müssen daher auch verschiedene Processe stattfinden. Man kann sich davon leicht durch eine vergleichende Betrachtung des Zellenlebens beim reifenden und beim keimenden Samen überzeugen. Bei der Samenreife wird die Wassermenge immer kleiner. Dafür mehrt sich der Gehalt an proteïnhaltigen, amylonartigen oder öligen Substanzen, mit deren Ausbildung der chemische Process sich so verlangsamt, dass er beim reifen Samen aufgehört zu haben scheint. Dieser letzte Zustand kann unter Umständen eine unbegrenzte Zeit bestehen, wie die aus egyptischen Mumiensärgen entnommenen Weizenkörner bezeigt haben, die man in England zum Keimen brachte, und die wohl 3000 Jahre alt waren [83]). Mit hinreichendem Zutritt des Wassers ändert sich jedoch im Samen Alles. Das absorbirende Gewebe bringt das Wasser mit dem Zelleninhalte in Berührung. Das Wasser bewirkt den innigern Contact der verschiedenen, in der Zelle abgelagerten Stoffe und leitet die chemische Thätigkeit ein, indem es zugleich auflösend wirkt. Dabei geht das Wasser selbst mit in die neuen Verbindungen ein und wenn von

aussen her immer die nöthigen Mittel zugeführt werden, so geht der Process seinen geregelten Gang fort.

Wenn die Pflanze bei ihrer Entwickelung sich wie ein sehr langsamer Strom bewegt, so hat hieran sicher das Wasser den grössten Antheil. Der wesentliche Unterschied zwischen einem Pflanzen- und einem Wasserstrome besteht nur darin, dass jener durch Adhäsion (Capillarität) hervorgerufen wird und der Schwere entgegenwirkt, dieser dagegen durch die Schwere entsteht, welche der Adhäsion entgegenwirkt [84]). Es ist für die Pflanzenform wesentlich, ob sie ganz vom tropfbaren Wasser umgeben ist, oder ob sie in einer mit Wasserdünsten angefüllten Atmosphäre wächst. Bäume und strauchartige Gewächse können höchstens in einer feuchten Atmosphäre, nicht im Wasser, wachsen. Pflanzen mit schleimiger, feuchter Oberfläche kommen jedoch nur im Wasser oder auf sehr feuchten Stellen des Landes vor. Es gibt Pflanzen, die des festen Bodens zu ihrer Entwickelung gar nicht bedürfen, z. B. viele Algen, Lemnaceae. Wurzeln, welche nur ins Wasser reichen, sind niemals gekrümmt, wie die im erdigen Boden. Sie sind gerade und oft mit abstehenden Härchen bekleidet.

Das Wasser ist der Entwickelung sehr grosser Zellenmassen in die Dicke nicht förderlich. Die Stengel der Wasserpflanzen sind in der Regel dünn und fadenförmig; aber sie werden mitunter sehr lang, so, dass die längsten Pflanzen wohl im Wasser gefunden werden. Die Stengel von Macrocystis werden von den Seefahrern zu 500—1500 Fuss Länge angegeben.

Die eigentlichen Pflanzen des Wassers sind die Algen. Die Algen des Meeres sind grösser und mannigfaltiger entwickelt, als die der süssen Gewässer.

Im Wasser entwickelt keine Pflanze Spaltöffnungen. Die Luft tritt entweder an der ganzen Oberfläche der Pflanze aus und umgibt sie als freie Luftbläschen, die zuletzt an die Oberfläche steigen, oder auch die Pflanze einhüllen, mit auf die Oberfläche nehmen und so schwimmend erhalten; oder die sich entwickelnde Luft sammelt sich im Innern des Zellgewebes und gibt zur Bildung von Lufthöhlen Anlass, die ebenfalls die Pflanze auf der Wasserfläche schwimmend erhalten. Phanerogamische Wassergewächse zeichnen sich oft durch getheilte Blätter aus. Wenn dieselben Gewächse durch Verdunstung des Wassers genöthigt sind, auf dem Lande zu wachsen, so bringen alsdann manche von ihnen keine getheilten, sondern ganze Blätter hervor (Ranunculus aquatilis); oder die unter dem Wasser befindlichen Blätter sind gespalten, die über demselben befindlichen aber ganz (Nasturtium amphibium) u. s. w.

Pflanzen, deren Stengel und Blätter sich in der Atmosphäre entwickeln, werden hinsichtlich ihrer allgemeinen Form und ihrer Massenbildung sehr durch den relativen Wassergehalt der Luft bestimmt. In einer sehr feuchten Atmosphäre entwickelt sich vorherrschend der Grundstock und der Blumenstock bleibt zurück. In einer mehr trocknen Atmosphäre entwickelt sich dagegen ein schwächerer Grundstock und ein kräftiger Blumenstock, der reichlich Früchte und Samen trägt. Es hängt dies mit dem Verhältniss zusammen, in welchem sich die Proteïnsubstanzen zu den Cellulosesubstanzen bilden. Die Proteïnsubstanzen sind aber in der Blume in relativ grösserer Menge vorhanden als im Grundstock (am reichlichsten im Pollen und in den Samen). Daraus erklärt sich

1) Dass feuchte Sommer bei uns mehr Gras, längere Getreidehalme, aber weniger Körner entwickeln, als trockne Sommer.
2) Dass in feuchten Sommern die Obstbäume — selbst bei reichlicher Blüthe — nicht ihre Blumen vollständig entwickeln können (daher das Abfallen der Blumen, oder der halbentwickelten Früchte); dagegen desto mehr und stärkere Laubsprosse ausbilden.
3) Dass Pflanzen auf trocknen Anhöhen grössere Blumen und mehr Samen entwickeln, an feuchten Stellen aber einen kräftigern Laubstengel ausbilden.
4) Dass die Bäume in den feuchten Urwäldern der Tropengegenden nur eine üppige Laubkrone hervorbringen, selten aber mit Blüthen angetroffen werden.
5) Dass alle Küstengegenden, Inseln, überhaupt Länder, welche ein oceanisches Klima haben, ähnliche Verhältnisse zeigen, und sich besonders zu Gemüse- und Wiesenbau eignen, wenn andere geographische und Boden-Verhältnisse nicht störend eingreifen.

Das sind die vorzüglichsten morphologischen Veränderungen, welche von der relativen Wassermenge der Luft abhängig sind und welche in der chemischen Wirkung des Wassers ihren Grund haben.

§. 847.

Die mechanischen Wirkungen des Wassers begleiten zunächst immer die chemischen, oder gehen denselben unmittelbar voran; aber sie dauern auch noch während der ersten Entwickelung der Pflanze fort, indem z. B. die Wasserfläche durch blosse Adhäsion den schwachen Stengel verhindert, sich auch über dem Wasser senkrecht zu erheben, wie er es anfangs unter dem Wasser gethan (z. B. Callitriche, Potamogeton). Daher die auf der Ober-

fläche des Wassers horizontal liegenden Stengel und schwimmenden Blätter. Nur kräftigere Stengel erscheinen über der Wasserfläche und meist auch die Blumen der Phanerogamen, wenigstens so lange, als die Befruchtung durch den Pollen dauert. Doch kommen auch Phanerogamen vor, deren Blumen sich im Wasser befruchten (Najas, Zostera). Bisweilen hat auch die Ruhe und die Strömung, überhaupt die Bewegung des Wassers auf die Bildung der Wasserpflanzen Einfluss. So erscheint Hippuris vulgaris in ruhigen oder langsam fliessenden Wassern zuletzt mit ihrer Stengelspitze über dem Wasser; in schnell strömenden dagegen wird der Stengel mit der Fluth fortgerissen und bleibt untergetaucht. Die Blätter sind dann gewöhnlich an der Spitze des Stengels länger, und mitunter werden durch den mechanischen Einfluss der Strömung auch die zu einem Blattkreise gehörenden Stengelglieder ungleich in die Länge gezogen, so dass die quirlförmige Blattstellung in eine zerstreute verwandelt wird.

§. 848.

Die Atmosphäre. Auch sie wirkt chemisch und mechanisch auf die Vegetation. Wenn beim starren Boden der mechanische Einfluss überwiegend ist, so ist es hier der chemische.

Ob es Vegetabilien gibt, die bloss in der Atmosphäre schwimmend vorkommen, wie manche Algen im Wasser, ist noch nicht gewiss, obschon ihre Existenz möglich ist. Solche rein von der Luft getragene Vegetabilien könnten natürlich nur mikroskopisch kleine Formen sein.

Dass durch den „Wind" mikroskopische Pflänzchen (z. B. Bacillarien, Desmidieen, Protococceen u. s. w.) so wie Blumenstaub, Samen und Kryptogamensporen, oft viele Meilen weit, fortgetragen werden, darüber sind hinreichende Beweise vorhanden. Aber der Aufenthalt jener Körperchen in der Luft ist nur vorübergehend.

Die Atmosphäre wirkt chemisch auf die Vegetation durch ihren Gehalt an

a) Sauerstoff (§. 849.).
b) Stickstoff, Ammoniak und Salpetersäure (§. 850.).
c) Kohlensäure (§. 851.).
d) Schwefelwasserstoff und Phosphorwasserstoff (§. 852.).
e) Wasser (Vergl. §. 846.).

Dazu kommen noch andere Bestandtheile, welche durch Vulkane, Verbrennungsprocesse, Fäulniss thierischer und vegetabilischer

Substanzen, freiwillige Ausdünstungen der Erde, der Thiere, der Pflanzen selbst u. s. w. entwickelt werden.

§. 849.

Der Einfluss des Sauerstoffs bei der Vegetation ist theils indirect, theils direct. Sein indirecter Einfluss besteht darin, dass er den Kohlenstoff des im Boden befindlichen Humus in Kohlensäure verwandelt, welche eines der wichtigsten Nahrungsmittel der Pflanzen ist. Eben so ist er die Ursache der Kohlensäurebildung beim Verbrennen organischer Stoffe und beim Athmen der Thiere.

Sein directer Einfluss ist beim Keimen der Samen, bei dem Blühen und bei der Fruchtreife nicht zu verkennen. Beim Keimen ist die Gegenwart des Sauerstoffs durchaus nöthig. Versuche, welche *Saussure* und Andere angestellt haben, beweisen, dass im luftleeren Raume, so wie in andern Gasarten (Wasserstoff, Stickstoff, Kohlensäure) der Keim sich anfangs nur unvollständig entwickelt, dann aber abstirbt. Der Sauerstoff wird dabei von dem Keim aufgenommen und aus dem letztern entweicht dafür ein gleiches Volumen Kohlensäure. Aehnlich verhält es sich bei dem Ausschlagen der Kartoffelknollen und vielleicht überhaupt bei der Entwickelung von Knospen. Woher der Kohlenstoff zur Bildung dieser Kohlensäure hergenommen wird, ist noch unbekannt. Es fehlt hier noch durchaus an genauen Untersuchungen. Nur so viel ist beim Keimen der Gerste gewiss, dass die Proteïnsubstanzen sich lösen, dass Amyl in Zucker verwandelt und die Substanz der Gelinzellen im Eiweisskörper zuletzt ganz aufgelöst wird. Die Kohlensäure, welche sich dabei bildet, gibt jedenfalls theilweise ein Nahrungsmittel für den Keim mit ab.

Auch Blumen und Früchte absorbiren Sauerstoff und geben Kohlensäure ab [85]). Unter den Blumen absorbiren die gefüllten weniger Sauerstoff, als die normal gebildeten, einfachen, die mit Staubblättern versehenen mehr, als die mit Pistillen.

Bei den Früchten verhält sich die Absorption von Sauerstoff wahrscheinlich verschieden, je nachdem die Fruchthülle ein saftiges süsses Fleisch entwickelt, oder in anderer Weise sich ausbildet. Bei süsswerdenden Früchten enthält das Zellgewebe im unreifen Zustande gewöhnlich einen sauren Saft, dessen saure Beschaffenheit von freier Weinsäure, Aepfelsäure, Citronensäure herrührt. Nach *Fremy* [86]) soll nun der saure Geschmack der Früchte beim Reifen dadurch verschwinden, dass die Säuren durch Kalk oder Kali gesättigt werden. Aber der Gehalt an Basen entspricht — wenigstens beim Wein — nicht der Säuremenge, welche die Früchte im

unreifen Zustande enthalten. Er müsste grösser sein, als er wirklich ist. Darum ist es nicht unwahrscheinlich, dass der Zucker, welcher in den reifen Früchten angetroffen wird, aus den Elementen der genannten Fruchtsäuren entsteht. Diese Annahme wird auch in der That durch die Absorption von Sauerstoff und die Ausscheidung von Kohlensäure unterstützt. Denn [87])

2 At. Weinsäure (= C_{24} H_{24} O_{30}) + 6 At. Sauerstoff enthalten die Elemente von

1 At. Traubenzucker	=	C_{12} H_{24} O_{12} und
12 At. Kohlensäure	=	C_{12} O_{24}
		C_{24} H_{24} O_{36}

Eben so scheint mir der Umstand für die Richtigkeit des eben Angeführten zu sprechen, dass Bäume, welche während der Zeit der Fruchtentwickelung mit einer Natronlösung begossen werden, reife Früchte hervorbringen, denen der süsse Geschmack fehlt.

§. 850.

Der Stickstoff der Atmosphäre nimmt nach den neuesten Versuchen von *Cloëz* und *Gratiolet* [100]) unmittelbaren Antheil an dem Pflanzenleben. Seine Gegenwart ist für dasselbe durchaus nothwendig. Ausserdem äussert er seinen Einfluss noch in so fern, als er einen Bestandtheil des Ammoniaks und der Salpetersäure bildet. Letztere wird in Verbindung mit Basen von den Pflanzen aufgenommen; sie scheint jedoch in diesen keine Veränderungen zu erfahren (Vergl. *Liebig*, „Agric. Ch.“ 5. Aufl. 302.). Anders verhält es sich mit dem Ammoniak. Man nimmt allgemein an, dass der Stickstoffgehalt in den Proteïnsubstanzen durch das Ammoniak vermittelt werde. Dieses wird theils in der Bodenfeuchtigkeit in Verbindung mit der Humussäure und ihren Verwandten angetroffen und von den Pflanzen aufgenommen, theils aber auch von den oberirdischen Pflanzentheilen aus der Luft absorbirt. In der Luft sind allerdings nur höchst geringe Mengen Ammoniak enthalten. Dass aber dasselbe wesentlich zur Azotisirung der Cuticula und aller mit der Luft zunächst und am meisten in Berührung kommenden Pflanzenzellen beitrage, beweist die Proteïnbildung in der Cuticula, den Zellen der Spaltöffnungen, den mit der äussern Luft am meisten in Berührung kommenden Gefässen, den äussern Rindenschichten, dem Kork u. s. w. Dass auch die Salpetersäure mittelbar zur Bildung der Proteïnsubstanzen beitragen könne, indem sie unter gewissen Umständen, namentlich bei der Fäulniss organischer Substanzen, in Ammoniak umgewandelt wird, geht aus

den Versuchen *Kuhlmann's* hervor (Vergl. „Annal. de chim. et de phys.“ XX. p. 223.).

§. 851.

Die Kohlensäure. Sie ist eines der wichtigsten Mittel zur Ernährung der Pflanzen. Man kann wohl annehmen, dass der meiste Kohlenstoff, welcher in den Pflanzentheilen angetroffen wird, von der Kohlensäure herrührt. *Liebig* ist sogar der Meinung, dass aller Kohlenstoff durch Kohlensäure den Pflanzen zugeführt werde. Nur auf den Keimprocess wirkt die Kohlensäure nachtheilig ein, wenn die Atmosphäre $^1/_{12}$ oder mehr davon enthält (*Saussure*). Bei entwickeltern Individuen, die ihre Nahrung nicht mehr aus dem Eiweisskörper nehmen, ist das anders. Hier übt der Kohlensäuregehalt der Luft den vortheilhaftesten Einfluss auf das Wachsthum der Pflanzen aus.

Die Kohlensäure wird theils, im Wasser gelöst, durch die Wurzeln, theils luftförmig von der Oberfläche der Pflanzen aufgenommen. Dass der Dünger durch die bei seiner Verwesung sich bildenden Gasarten (Kohlensäure, Ammoniak) eine Wirkung auf die Vegetation ausübt, auch wenn er gar nicht mit dem Boden in Berührung ist, beweisen die Versuche von *Magnus* [88]).

§. 852.

Der Schwefelwasserstoff- und Phosphorwasserstoffgehalt der atmosphärischen Luft ist jedenfalls nur gering, so dass er bis jetzt wenig in Anschlag gebracht worden ist. Daher wird auch der Schwefel- und Phosphorgehalt in den Proteïnverbindungen von *Liebig* und Andern den in der Erde befindlichen schwefel- und phosphorsauren Salzen (Gyps, Apatit, Wawellit u. s. w.) zugeschrieben [89]). Nur *Schleiden* hat die Möglichkeit nachgewiesen, dass der Schwefel- und Phosphorgehalt der Proteïnsubstanzen in den Pflanzen von den genannten Gasarten herrühren könne [90]).

§. 853.

Die mechanischen Wirkungen der Atmosphäre sind im Allgemeinen beschränkt. Dennoch aber sind sie vorhanden. So üben z. B. die in gewissen Gegenden oft wiederkehrenden stürmischen Bewegungen der Luft einen sehr bedeutenden Einfluss auf den Baumwuchs aus. In Gegenden (z. B. an der Küste und auf den Inseln der Nordsee, auch auf Berggipfeln), welche viel von Stürmen heimgesucht werden, kommen entweder gar keine, oder nur krüppelhaft gewachsene und niedergedrückte Bäume fort, deren

Stämme sämmtlich nach der Seite hin gebogen sind, nach welchen die Winde hin wehen [91]). Dass dieser knorrige Baumwuchs wirklich durch die Stürme, und nicht durch andere, von der Temperatur oder Bodenbeschaffenheit herrührende klimatische Verhältnisse hervorgerufen wird, beweist der Umstand, dass dicht dabei und oft in gleicher absoluter Höhe, aber in geschützten Thälern, der schönste Baumwuchs stattfindet [92]).

Andere mechanische Wirkungen der Atmosphäre, wie z. B. das Forttragen des Blumenstaubes, der Sporen und der Samen, haben wir schon §. 848. besprochen. Die Luftströmungen influiren dadurch auf die Befruchtung und weitere Verbreitung der Pflanzen auf der Erdoberfläche.

§. 854.

Die Wärme. Ihr Einfluss ist theils direct, theils indirect. Der indirecte Einfluss zeigt sich in der Temperatur der die Pflanze umgebenden Medien (des Bodens, des Wassers, der Atmosphäre).

Sie rührt theils von der Temperatur des Erdinnern her, theils von chemischen Zersetzungen im Boden, in Folge der Sauerstoffabsorption, theils von den Sonnenstrahlen. Auf die Insolation hat bekanntlich die Farbe, Richtung und Lage der Bodenfläche Einfluss, indem ein dunkler Boden sich mehr erwärmt, als ein heller, und diejenigen Sonnenstrahlen am meisten erwärmen, welche der normalen Richtung am nächsten kommen. Wo daher, wie an Abhängen, an der Nordseite u. s. w., keine directen Sonnenstrahlen hinkommen, da hat auch der Boden immer eine geringere Temperatur. Aber er trocknet auch hier weniger aus, und dieser Unterschied in der Feuchtigkeit des Bodens influirt auf die Vegetation. So ist z. B. vorzüglich die Nordseite der Baumstämme, Felsen und Mauern mit Flechten und Moosen bewachsen, und so blühen die Pflanzen an den Südabhängen früher und oft auch reichlicher als an Nordabhängen.

Man kann sagen, dass gewisse Pflanzenformen nur unter dem Einfluss einer bestimmten Temperatur entstehen. Die gesammte Vegetation ist überhaupt nur möglich zwischen einem höchsten und einem niedrigsten Wärmegrade. Die höchste Temperatur, bei welcher man lebende Pflanzen antrifft, ist 60° C. Bei diesem Wärmegrade findet man in den heissen Quellen der verschiedenen Länder lebende Algen, besonders Oscillarien, Diatomeen, Conferven und Charen. Diese Temperatur wird aus dem Erdinnern durch die Quellwasser nach aussen verpflanzt. Die niedrigste Temperatur, wobei überhaupt die Vegetation möglich ist, darf nicht den

Gefrierpunkt des Wassers erreichen, weil das Pflanzenleben von dem tropfbarflüssigen Wasser durchaus abhängt. Im Allgemeinen also findet die Vegetation zwischen 0° und + 60° C. Statt. Dabei aber ist die Existenz gewisser lebender Pflanzenformen auch bei einer Temperatur unter dem Gefrierpunkt möglich. Die Lebensbewegungen werden in dieser niedern Temperatur nur suspendirt oder so verlangsamt, dass sie einer Suspension gleich zu achten sind. Das Erfrieren der Pflanzen beruht hauptsächlich darauf, dass das Wasser in den Zellen zu Eis erstarrt, welches durch Ausdehnung die Zellenwände sprengt. Je saftiger das Gewebe einer Pflanze ist, desto leichter erfriert es; je trockener es ist, einen desto höhern Kältegrad erträgt es. Denn je mehr Wassertheile in einer Zelle enthalten sind, desto mehr werden ihre Wände aus einander gezogen. Die grossen saftreichen Zellen von Tropaeolum erfrieren schon bei — 2 bis 3° C. Die kleinern weniger saftigen Zellen von Buxus sempervirens ertragen eine Kälte von — 20° C. und darunter. Die Samenkörner, deren Zellen mehr mit Amylon, Oel und Proteïnsubstanzen, als mit Wasser gefüllt sind, ertragen alle nur mögliche Kältegrade. Es ist kein Fall bekannt, dass trockne reife Samen erfroren wären. Auch wirkt die Kälte mehr auf jüngere, als ältere, safthaltige Zellen. Die Ursachen sind 1) dass die Membran jüngerer Zellen gelatinöser d. i. wasserhaltiger ist, als die der ältern Zellen, 2) dass die Membran der ältern Zellen auch durch Schichten verdickt und dadurch mehr befestigt ist.

Dass tropische Gewächse die Kälte weniger ertragen, als aussertropische, hängt sicher damit zusammen, dass ihre jüngern Zellenmassen einen grössern Wassergehalt, so wie überhaupt eine grössere Ausdehnung im Stamme haben, als das Wintergewebe der aussertropischen Bäume. Das Wintergewebe der letztern entwickelt sich überhaupt bei der niedern Temperatur der Herbstzeit langsam und ist ungemein kleinzellig, während die Sommerschicht des Gewebes verholzt.

Mit der Erhöhung der Temperatur vermehrt sich auch die Zellenthätigkeit, steigert sich das Wachsthum der Pflanzen, wenn zugleich hinreichend Nahrungsmittel vorhanden sind. Ein angemessener Wärmegrad und hinreichende Feuchtigkeit erzeugen eine höchst üppige Vegetation.

Aber nicht bloss die Ernährung der Pflanzen und ihr Wachsthum wird durch die feuchte Wärme gesteigert, sondern auch die Bewegungen werden lebhafter, namentlich bei den Oscillarien, der Mimosa sensitiva, bei Hedysarum gyrans u. s. w. Auch nimmt die Empfindlichkeit dieser Pflanzen gegen Erschütterungen mit der

Temperatur zu; eben so wird die Saftbewegung bei Chara, Vallisneria u. s. w. (§. 457.) in höherer Temperatur gesteigert — Bei Oscillaria alba scheint noch eine eigenthümliche Empfindlichkeit gegen die Wärme vorhanden zu sein. Diese Alge wächst nämlich auf dem schlammigen Grunde stehender Gewässer. Wenn die Sonne lebhaft auf solche Stellen scheint, so ist der ganze Grund mit den weissen Fäden der Oscillaria überzogen; geht die Sonne weg, so verkriechen sich die Fäden in den Schlamm und man sieht nichts mehr von ihnen. Man kann ihr Hervorkriechen und Verkriechen künstlich veranlassen, wenn man eine Quantität von diesem Schlamme in eine Schüssel mit ein wenig Wasser thut und ruhig an die Sonne, oder im Winter auch abwechselnd an den Ofen oder an schattige kalte Orte stellt. Bringt man die weissen Fäden mit etwas Schlamm auf ein Glas um die Masse an der Sonne oder auch an andern Orten austrocknen zu lassen, so verkriechen sich die Fäden ebenfalls in Folge der durch die Verdunstung erzeugten Kälte und man sieht sie unter dem Schlamme auf der Glasfläche, wenn man die Glasplatte umkehrt. Diese Thatsache beweist, dass die Fäden allerdings durch die Wärmestrahlen und nicht durch die Lichtstrahlen der Sonne hervorgerufen werden.

Dass die Pflanzen, je nach ihrer specifischen Beschaffenheit zu ihrer allgemeinen Entwickelung, andere wieder zum Entwickeln der Blumen und zum Reifen der Früchte, verschiedene Wärmegrade erfordern, ist allgemein bekannt, und es ist hauptsächlich dieser Umstand, welcher den Unterschied der Vegetation in den verschiedenen Himmelsstrichen und in den verschiedenen vertical über einander geschichteten Pflanzenregionen höherer Gebirge begründet[93]). Derselbe Umstand aber macht auch, dass es möglich wird, in kältern Gegenden Pflanzen aus wärmern Gegenden in Gewächshäusern zu ziehen.

Bei dem Winterschlaf hat die Temperatur eben so grossen Einfluss, als beim Sommerschlaf der Pflanzen. Bei jenem fällt das Laub wohl hauptsächlich ab, weil der nöthige Saftzufluss durch die niedere Temperatur verhindert wird; bei diesem aber, weil der Boden durch übergrosse Wärme eintrocknet; und die Pflanze aus diesem Grunde Saftmangel erleidet.

Ueber die zu einer bestimmten Vegetationsperiode nöthige Wärmemenge hat man Versuche und Beobachtungen angestellt. Die frühern, welche in *De Candolle's* „Physiologie" angeführt sind, haben wenig, oder gar keinen Werth. Auch die von *Boussingault* in seiner „Economie rurale" II. p. 659. gegebenen Berechnungen der für einjährige Culturgewächse nöthigen Wärmesumme differiren

bei ein und derselben Art so, dass sie gar nicht als zuverlässig angesehen werden können. Eine bessere Methode, wonach der Einfluss der Wärme bei der Vegetation zu ermitteln ist, hat *Alph. De Candolle* („Bibl. univ. de Genève.“ Mars 1850.) bekannt gemacht. Alle Versuche und Beobachtungen werden jedoch erst dann einigen Aufschluss über den Einfluss der Wärme auf das Pflanzenleben geben, wenn man denselben erst bei den Diffusionserscheinungen ermittelt haben wird. Die Physik ist aber erst seit wenigen Jahren mit der Untersuchung dieser Erscheinungen beschäftigt und hat daher der Physiologie bis jetzt nur wenig vorgearbeitet. Man weiss indessen doch schon so viel,

1) dass bei der Diffusion der Gase die Geschwindigkeiten sich umgekehrt wie die Quadratwurzel aus der Dichtigkeit der Gase verhalten;
2) dass bei tropfbaren Flüssigkeiten die Natur der Scheidewand einen bedeutenden Einfluss ausübt.

Wenn nun, was zu erwarten ist, bei der Diffusion tropfbarer Flüssigkeiten die Geschwindigkeit mit der specifischen Dichtigkeit in einem gleichen Verhältniss steht, wie bei den Gasen, so muss auch durch die Wärme die Geschwindigkeit vermehrt werden, so lange durch dieselbe eine Expansion der Flüssigkeiten hervorgerufen wird. Die Wärme muss aber umgekehrt wirken, wenn durch gleichzeitige Verdunstung des Wassers eine Verdichtung und ein geringerer Flüssigkeitsgrad des Zellensaftes erzeugt wird, wie es z. B. am Ende einer einjährigen Vegetationsperiode der Fall ist. Dass die Erhöhung der Temperatur auch im Allgemeinen die Diffusion tropfbarer Flüssigkeiten, wenigstens bis zu + 25° C. beschleunigt, ist bekannt. Aber die Versuche reichen nicht über diese Temperatur hinaus.

§. 855.

Das Licht. Es wirkt entschieden auf die Vegetation. Sein Einfluss wird vorzüglich in den chemischen Veränderungen bemerkt, welche in dem Zellenleben vor sich gehen. Es bringt aber auch mechanische Veränderungen hervor.

Die chemischen Wirkungen des Lichts bestehen besonders darin, dass es die Bildung der sogenannten Farbestoffe hervorruft und dass ferner die Entwickelung von Sauerstoff stattfindet, wobei die Kohlensäure und jedenfalls auch noch andere in dem Zellensafte enthaltene Stoffe desoxydirt werden. Bei Abschluss von Licht bilden sich häufig gar keine Farbstoffe in den Pflanzen [100]).

Von den Pilzen ist es bekannt, dass sie vorzugsweise an dunkeln Orten entstehen. Besonders aber scheint das Licht bei diesen Pflanzen die Sporenbildung zu unterdrücken [94]). Eben so wirkt das Licht beim Keimen der Samen hinderlich. Nur die in wässerigem Chlor keimenden Samen machen eine Ausnahme.

Die meisten Pflanzen bedürfen auf einer gewissen Entwickelungsstufe des Lichtes zu ihrer weitern Ausbildung. Durch das Licht wird namentlich das Chlorophyll eben so ununterbrochen zerstört, als es wieder von neuem gebildet wird. Dasselbe geschieht zum Theil auch mit andern Farbestoffen [95]). Die Bildung des Chlorophylls unter dem Einfluss des verschiedenartigen Lichtes hängt genau mit der Leuchtkraft desselben zusammen.

Diese Erscheinungen beruhen jedenfalls auf den Veränderungen, welche der Sauerstoff unter dem Einfluss des Lichtes hinsichtlich seiner chemischen Thätigkeit erleidet, die zum Theil schon in einzelnen Fällen bekannt waren, jedoch erst in neuerer Zeit von *Schönbein* [96]) etwas genauer untersucht worden sind.

Die mechanischen Wirkungen des Lichtes bei den Pflanzen äussern sich in Bewegungen. Gewisse Blumen öffnen sich beim Lichte und schliessen sich im Dunkeln, eben so die Laubblätter der Sinnpflanzen und anderer Arten. Am empfindlichsten wirkt wohl das Licht auf die periodischen Bewegungen des Endblättchens bei Hedysarum gyrans. Das Schliessen der Blumen und Laubblätter wird nicht bloss durch die Nachtzeit, sondern auch durch künstliche Verdunkelung der Zimmer, worin die Pflanzen stehen, hervorgerufen. Eben so durch eine Sonnenfinsterniss [97]).

Dass die Pflanzenstengel überhaupt nach dem Lichte zu wachsen, kann man bei jedem Blumenstocke im Fenster, bei der Entwickelung der Kartoffelkeime im Keller u. s. w. sehen. Aus den Versuchen *Gardener's*, welcher eine Reihe von Pflanzen im Farbenbilde eines Prisma's wachsen liess, ergab sich, dass die Pflanzen sowol vom rothen als violetten Ende sich sämmtlich nach dem blauen Lichte hinbogen und dass diejenigen, welche im blauen Lichte standen, sich nach dem Prisma hinneigten. Nach einem Commissionsberichte der Pariser Academie („Botan. Zeitg." 1844. p. 749.) beginnt die Krümmung zuerst bei denjenigen Pflanzen, welche dem violetten Lichte ausgesetzt sind, dann zeigt sie sich im blauen Lichte, später im gelben, und grünen, dann im orangefarbenen und zuletzt im rothen. Die jungen Wurzelspitzen wenden sich vom Lichte ab.

Gewisse Blumen und Inflorescenzen öffnen sich in Folge des Lichteinflusses zu bestimmten Zeiten des Tages (wobei jedoch die

geographische Lage auch Aenderungen hervorruft). *Linné* gründete darauf seine, grösstentheils Compositen aufführende, Blumenuhr [horologium florae] [98]).

§. 856.

Die Electricität. Die Veränderung, welche der Sauerstoff unter der Einwirkung der Electricität erleidet und welche nach *Schönbein* in der Bildung des Ozons besteht, eines Körpers, welcher bei gewöhnlicher Temperatur und bei Abwesenheit von Licht eine grosse Anzahl von Substanzen, unter gewissen Umständen sogar den Stickstoff, oxydirt, die Farbstoffe der Pflanzen rasch, auch im Dunkeln, zerstört u. s. w., berechtigt zu der Annahme, dass die Electricität bei der chemischen Thätigkeit in dem Pflanzenkörper namentlich da eine wichtige Rolle spielen muss, wo der chemische Process von demjenigen abweicht, bei welchem das Licht seinen Einfluss geltend macht. Also besonders beim Keimen, bei der Wurzelbildung, bei der Entstehung der Pilze u. s. w. Wie wohlthätig ein Gewitterregen auf die Vegetation wirkt, ist bekannt. Dass nach Gewittern besonders auch die Pilze hervorwachsen, kann man schon in den Schriften des *Caspar Bauhin* [99]) lesen. Sonst wissen wir über die Einwirkung der Electricität auf die Pflanzen nichts Genaueres.

Von den Wirkungen des Magnetismus auf das Pflanzenleben ist gar Nichts bekannt.

§. 857.

Das sind die allgemeinen Einflüsse, welche das Pflanzenleben bedingen. Diejenigen Wirkungen, welche sich in unendlicher Verknüpfung jener Einflüsse und zugleich in inniger Verbindung derselben mit dem Leben unsers Planeten auf die Pflanzenwelt, die dessen Decke schmückt, bemerkbar machen, müssen wir übergehen, indem sie der Pflanzengeographie angehören.

Ich verweise dabei auf folgende Werke:

1. *Alexander von Humboldt* und *A. Bonpland*, Ideen zu einer Geographie der Pflanzen, nebst einem Naturgemälde der Tropenländer. Tübingen. 1807.
2. *A. von Humboldt*, Ansichten der Natur. 2 Bände. 3. Ausgabe. Stuttgart. 1849.
3. *A. von Humboldt*, De distributione geographica plantarum. Lutet. Parisiorum. 1817.
4. *Fr. Schouw*, Grundzüge einer allgemeinen Pflanzengeographie. Berlin. 1823.

5. *C. T. Beilschmied,* Pflanzengeographie, nach A. von Humboldt's Werke über die geographische Vertheilung der Gewächse, mit Anmerkungen, grösseren Beilagen aus andern pflanzengeographischen Schriften und einem Excurse über die bei pflanzengeographischen Floren-Vergleichungen nöthigen Rücksichten. Breslau. 1831.

6. *F. J. F. Meyen,* Grundriss der Pflanzengeographie u. s. w. Berlin. 1836.

7. Als bildliche Darstellungen sind zu empfehlen: Vierundzwanzig Vegetationsansichten von Küstenländern und Inseln des Stillen Oceans. Aufgenommen durch *F. H. von Kittlitz.* — Lief. I. Siegen. 1844, und mit erweitertem Texte Wiesbaden. 1850.

Achtes Buch.

Von dem Einfluss der Pflanze auf die umgebende Natur.

§. 858.

Dieser Einfluss erstreckt sich auf die Atmosphäre, das Wasser, die starre Erdrinde, die Thiere und Menschen. Er ist also sehr bedeutend für das Leben unsers Planeten.

§. 859.

Der Einfluss der Vegetation auf die Atmosphäre ist ein vielfacher. Er gibt sich hauptsächlich kund in einem Austausch gasförmiger Bestandtheile. Die Pflanze erscheint uns hierdurch als ein wirklicher Diffusions-Apparat. Sie nimmt zu ihrer Nahrung vorzüglich solche Gase aus der Atmosphäre auf, welche auf das Leben der Thiere und Menschen einen nachtheiligen Einfluss äussern würden, wenn sie sich in grösserer Menge darin ansammelten. Dahin gehört namentlich die Kohlensäure, welche aus dem Innern der Erde hervorquillt und ausserdem beim Verbrennen und beim Athmen der Thiere und Menschen sich bildet. So wirkt die Vegetation reinigend auf die Atmosphäre ein.

Eine andere Einwirkung besteht darin, dass beständig Sauerstoff durch die Pflanzen im Lichte entbunden wird (vergl. I. Band, p. 223.). Dadurch erhält die Atmosphäre einen Bestandtheil zurück, der ihr beständig durch den Verbrennungs- und Athmungsprocess entzogen wird und zur Fortdauer dieser Processe, also auch zur fernern Existenz der Thiere und Menschen nöthig ist [100]). So weit die Untersuchungen über diesen Process reichen, ergibt sich im Allgemeinen, dass der Sauerstoffgehalt der Luft nur sehr geringen Schwankungen unterworfen ist [101]), woraus folgt, dass die Entbindung desselben durch den Vegetationsprocess dem Verbrauch im Allgemeinen das Gleichgewicht hält.

Eine dritte Einwirkung der Vegetation auf die Atmosphäre beruht auf der Ausscheidung gasförmigen Wassers. Eine Wiesen-

fläche, noch mehr aber Waldungen, geben beständig zur Nebel- und Wolkenbildung Veranlassung. Sie wirken aber auch anziehend auf Wasserdünste, so dass sich diese vorzugsweise in vegetationsreichen Gegenden niederschlagen. Waldungen tragen daher häufig zur Bildung von Gewitterwolken und Entladung derselben bei. Daher sind Waldgegenden und überhaupt pflanzenreiche Gegenden auch immer reicher an Wasserquellen als vegetationsarme. Wie sehr diese Umstände auf die klimatischen Verhältnisse wirken und wie so häufig die Ausrodung der Wälder, das Verschwinden der Wiesen u. s. w. das Klima verändert und die Wassermenge in den Flüssen vermindert hat, davon haben wir Beispiele genug [102]). Die bewaldeten Gebirgsabhänge der Cordilleren von Quito (unter 0°) sind Ursache, dass die Schneeregion mehr als 2500′ tiefer liegt, als in den Cordilleren von Peru (16° S. Br.), deren kahle Abhänge zur Küste sich durch die Sonnenstrahlen stärker erhitzen und mehr Wärmestrahlen nach oben senden können, als die Baumgipfel der Wälder. Es kommt hierbei die Gipfellaube noch als Schattendach in Betracht, welches die Insolation des Bodens hindert und mittelst der Blätter die durch Ausstrahlung sich abkühlende Oberfläche vergrössert.

Dass die Pflanzen im Sonnenlichte auch geringe Mengen Stickstoffgas entbinden, geht aus den Versuchen von *Cloëz* und *Gratiolet* (a. a. O.) hervor. Endlich wollen wir noch des Pflanzenduftes erwähnen, der die Atmosphäre, vorzüglich des Abends nach warmen Sommertagen, erfüllt.

§. 860.

Auf das Wasser wirkt die Vegetation nicht minder wichtig ein, als auf die Luft. Todte organische Substanzen zersetzen sich im Wasser, veranlassen die Bildung verschiedener Gasarten und anderer Substanzen, welche sich theils in demselben auflösen und ihm einen fauligen Geruch und Geschmack ertheilen, theils auch sich gasförmig in die Atmosphäre ergiessen und diese verpesten, wie ausgedehnte Sumpfniederungen beweisen. Diese Uebelstände können durch die Vegetation beseitigt werden, welche die Producte der Fäulniss in sich aufnimmt und zu lebenden Pflanzenformen umwandelt. Besonders wichtig werden hierbei die Wasserpflanzen (Algen), welche sich überall und sofort durch Urbildung im Wasser erzeugen, wenn chemische Zersetzungen todter Organismen darin stattfinden. Das Wasser wird dadurch wieder geruchlos und rein, wenigstens in Bezug auf die sogenannten organischen Substanzen [103]). Wasser, welche in humusreichen Moorgegenden quellen,

haben eine mehr oder weniger braune Färbung, welche von der Auflösung humussaurer Verbindungen herrührt. Die schwarzen Flüsse haben hiervon ihre Namen (z. B. „Schwarzwasser", „Rio negro") erhalten, sie kommen zwar im westlichen Continente häufiger vor und übertreffen die der übrigen Erdtheile auch an Grösse, aber sie finden sich, wenn auch oft im kleinen Maassstabe, in den Moorgegenden aller Erdtheile.

§. 861.

Auf den festen Erdboden übt die Vegetation einen allgemeinen, sehr bedeutenden Einfluss aus. Die ältesten hierher gehörenden Acten liegen in der Stein- und Braunkohlenformation, ferner in den neptunischen Gesteinschichten der verschiedenen Perioden der Erdbildung begraben; jüngere, noch fortdauernde Einflüsse zeigen sich in den Torflagern und der Dammerde. Die in den starren Erdschichten aufbewahrten Pflanzenformen liefern den Beweis, dass die physischen Verhältnisse unsers Planeten in weit zurückreichenden Zeiten, die wir mit unserm Zeitmaass gar nicht mehr bestimmen können, ganz andere gewesen sind, als jetzt, und dass es verschiedene Perioden der Erdbildung gegeben, deren jede ihre charakteristischen Pflanzenformen hatte.

Brongniart [104]) unterscheidet sechs Perioden, welche sich zum Theil wieder in verschiedene Epochen theilen. Derselbe weist ferner nach, dass in der Steinkohlen- und Permischen Periode die Farne und Lycopodiaceen, in der Vogesen- und Jura-Periode die Cycadeen und Zapfenträger, in der Kreide- und Tertiär-Periode die übrigen Dicotyledonen und Monocotyledonen vorherrschend sind. Die specifischen Formen der untergegangenen Pflanzen sind jetzt nicht mehr lebend vorhanden. Jede Periode, selbst jede Epoche, muss ihr eigenthümliches Klima erzeugt haben, da sie eigenthümliche Pflanzen gebildet hat. Auch die neueste Periode, in der wir leben, hat ihre Pflanzen selbständig gezeugt, indem keine ihrer specifischen Formen in den vorhergehenden vorkommt. So geben uns also die Pflanzenreste der Erdrinde Zeugniss von der Urvegetation unsers Planeten, und so machen diese Ueberreste selbst ein wichtiges Glied in gewissen Formationen der Erdrinde aus.

Schon oben habe ich gesagt, dass der Einfluss der Vegetation auf die Bildung der Erdoberfläche noch jetzt in den Torflagern fortdauert. Er dauert aber auch noch fort in der Umbildung und Zerstörung der Gesteinmassen. Namentlich tragen zunächst die niedern Pflanzenbildungen — Algen, Flechten, Moose — zum Verwittern der Felsmassen bei, da ihre Gegenwart die Auflösung der-

selben befördert. Am wichtigsten in dieser Beziehung möchte vielleicht Euactis calcivora *A. Braun* sein, welche nach einer brieflichen Mittheilung des Autors im Neuchateller See auf Kalkgeröllen vorkommt; diese zeigen $1/4$ und $1/3$ Zoll tiefe Ausfressungen, welche von der genannten Alge herrühren. Der Kalk wird indessen in Kalkspathkrystallen bei der Alge wiedergefunden.

Mechanische und chemische Veränderungen der mineralischen Massen gehen mit dem Pflanzenleben immer Hand in Hand. Wo die Feuchtigkeit in die Felsenspalten tritt, da dringen auch Wurzelfasern ein und sprengen durch ihr Dickerwerden die Gesteinmassen auseinander. Durch die beständige Feuchtigkeit, welche Moose, Flechten und Algen an sich halten, durch die Kohlensäure, welche sie aus der Luft absorbiren und der Unterlage zuführen, durch die Zersetzungsproducte, welche bei ihrer Fäulniss gebildet werden, wird das Verwittern und Zerfallen der Gesteine ohne Unterbrechung befördert. So wird der härteste Fels allmälig in fruchtbare Dammerde verwandelt, welche das Leben grösserer Pflanzen zu vermitteln vermag.

Nach *Gustav Bischoff* [105]) wird durch den Verwesungsprocess der Wurzeln, des Laubes u. s. w. dem durch Eisenoxyd gelbgefärbten Sandboden das Eisenoxyd entzogen, indem dasselbe, zu Eisenoxydul reducirt, in der zugleich gebildeten Kohlensäure aufgelöst und durch die Gewässer fortgeführt wird. Der Sand erscheint dann völlig weiss. Schwefelsaure Salze (z. B. Gyps) werden durch faulende Pflanzenstoffe so zersetzt, dass sie zuletzt eine Quelle für das Schwefelwasserstoffgass abgeben.

Die lebendige Pflanze wird aber auch dadurch besonders wichtig, dass durch ihren Lebensprocess dem Boden Stoffe entzogen werden, die in so geringer Menge darin vorkommen, dass sie zu unserm Gebrauch verloren wären. Diese Stoffe sammelt sie in ihrem Gewebe. Sie gehen dann entweder in den Thierkörper über, oder werden in der Asche zurückgelassen und zu vielfachen Zwecken benutzt. Dahin gehören z. B. das Kali, welches die Pflanzen vorzüglich dem Feldspath entnehmen; die Phosphorsäure, welche sie durch die Aufnahme des phosphorsauren Kalkes aus dem lockern Erdboden ziehen; das Jodin, welches die Wasserpflanzen auf eine bewundernswürdige Weise sich aneignen, aus einem Medium, in welchem es mitunter (wie in den süssen Gewässern) in so ungemein geringer Menge vorkommt, dass chemische Reagentien seine Gegenwart nicht nachweisen können. Eben so berauben die Seetange das Meer hinsichtlich seines geringen Gehaltes an Gyps u. s. w. Die Menge der an verschiedene Basen gebundenen Schwefelsäure

ist bei den Seegewächsen so bedeutend, dass sie im Mittel nahe vier Procent vom Gewichte der getrockneten Pflanzen beträgt. Daher kommt es, dass die faulenden Tange bedeutende Quantitäten von Schwefelwasserstoffgas entwickeln und dass sie zugleich zur Bildung von Eisenkies beitragen, wenn sie mit eisenhaltigen Gesteinen in Berührung kommen. Nach *G. Bischoff* zeigt sich diese Bildung besonders deutlich an der Westküste von Bornholm in der Ostsee. Auch in den Stein- und Braunkohlenlagern soll der Eisenkies nach *G. Bischoff* auf dieselbe Weise entstanden sein.

§. 862.

Auf die Thiere ist der Einfluss des Pflanzenlebens so gross, dass die Existenz jener ganz auf diesem ruht. Wenigstens scheint so viel fest zu stehen, dass die Thiere ihren ganzen Proteïn- und Fett-Gehalt sich aus dem Pflanzenreiche holen, d. i. mit andern Worten, dass aus den Proteïn- und andern Organ-Stoffen, die sich unmittelbar aus den Elementen unorganischer Körper durch die chemische Thätigkeit erzeugen, keine Thierbildungen, sondern zunächst Pflanzenbildungen hervorgehen.

Das Proteïn des Thieres ist nicht verschieden von dem der Pflanze. Nur die Proteïnsubstanzen beider Reiche sind in geringer Weise von einander abweichend, was wohl eben so in einer Veränderung der chemischen Mischung, als in den Cohäsionsverhältnissen begründet sein mag. Die Substanzen der Cellulose- und Zucker-Reihe werden schon beim Vegetationsprocess in ölige Substanzen verwandelt. Dasselbe geschieht auch bei dem Entwickelungsprocess der Thiere.

Auch viele mineralische Substanzen werden den Thieren aus dem Pflanzenreiche zugeführt, wie z. B. phosphorsaure Salze. Doch lässt sich dies im Einzelnen meist weniger bestimmt nachweisen, indem die Thiere sowol direct, als auch durch das Wasser viel und vielerlei von Mineralien aufnehmen. Ich erinnere hierbei nur an das Kochsalz und den kohlensauren Kalk.

§. 863.

Die thierischen Organismen haben aber mit den vegetabilischen nicht bloss in den Stoffformen, sondern auch in den sinnlich wahrnehmbaren Grundformen Vieles gemein. Auch bei den Thieren bestehen die letztern aus mikroskopischen Schleimkörnchen, Schleimfasern, Schleimhäuten und Zellen. Auch bei dem thierischen Zellgewebe verdickt und verhärtet sich die Zellmembran; auch die thierische Zelle entwickelt und vermehrt sich, wie die Pflanzen-

zelle; auch finden wir dieselben Schleimströmchen, Verdickungen der Membran und Porencanäle; eben so zerfallen die Häute der Thierzellen in Fasern u. s. w. [106]).

§. 864.

So gross ist also der Einfluss des Pflanzenlebens auf das Thierleben, dass dieses letztere seinen Ursprung aus jenem entlehnt. Man kann wohl mit Recht sagen, dass im Grunde gar keine Trennung zwischen der Thier- und der Pflanzen-Welt besteht, sondern eine unmittelbare, natürlich nothwendige Verknüpfung. Alle genauen Untersuchungen der neuesten Zeit, welche zum Zweck hatten, scharfe Unterschiede zwischen Thieren und Pflanzen aufzufinden, haben gerade das Gegentheil bewirkt, indem alle aufgestellten Unterschiede als nichtig befunden wurden; man ist endlich an dem Punkt angelangt, wo die unmittelbare Verschmelzung beider Reiche in ihren Anfängen einem Jeden einleuchten muss, der nicht durch fremden oder eigenen Irrthum befangen ist.

§. 865.

Die Sache ist übrigens von solcher Wichtigkeit, dass wir ihr noch eine nähere Betrachtung widmen müssen. Die Betrachtung schliesst sich an die Erörterungen über den Begriff der Pflanzen und Thiere an, welche bereits im ersten Theile (§. 72 fg.) stattgefunden haben.

Als *Ehrenberg* Augenpunkte, einen Mund, Eingeweide (Magensäcke), bewegliche Wimpern u. s. w. bei mehreren Infusorien nachgewiesen hatte, glaubte derselbe durch diese Merkmale Haltpunkte gefunden zu haben, wodurch der Unterschied zwischen Pflanzen und Thieren für immer sicher gestellt zu sein schien. Diese Ansichten sind aber durch die Arbeiten der neuesten Zeit als irrthümlich erkannt worden.

Es hat sich nämlich herausgestellt, dass viele von *Ehrenberg* aufgestellte Infusorien weder Augen, noch Mund, noch Magen und Samendrüsen besitzen. Die rothen Punkte, welche *Ehrenberg* bei gewissen Monadinen (Chlamydomonas, Microglena) und Euglena für Augen gehalten, haben sich als rothe Farbkörperchen ausgewiesen, welche gar oft in Pflanzenzellen vorkommen. Ich fand sie zunächst bei den Schwärmzellen von Ulothrix zonata und wies zugleich nach, dass diese Schwärmzellen mit Microglena monadina *Ehrenbg.* identisch seien [107]). Niemand glaubt mehr daran, dass diese rothen Punkte Augen sind. Späterhin hat sich auch herausgestellt, dass die helle Stelle dieser Körperchen, welche

Ehrenberg als Mund in Anspruch nahm, gar kein Mund ist, sondern ein innerer Zellenraum, an welchem sich die Chlorophyllsubstanz zurückgezogen hat. Ferner zeigt sich, dass diejenigen Körperchen, welche *Ehrenberg* als männliche Samendrüsen bei den Bacillarien ausgab [108]), nichts weiter als Oeltröpfchen sind; die *Ehrenberg'schen* Eierstöcke der Bacillarien, Desmidieen und anderer verwandter Formen haben sich theils als Chlorophyllkörner, theils als Proteïnbildungen, mit Stärkekügelchen gemengt und durch Chlorophyll oder andere Stoffe gefärbt, herausgestellt, wie sie sich in Pflanzenzellen so häufig finden; endlich hat *Ehrenberg* die Vacuolen, welche bei denselben Organismen als Zellenkerne erscheinen, für Magensäcke gehalten.

Der Leser sieht hieraus, wohin die systematische Behandlung der Organismen hätte kommen müssen, hätten auch Andere den von *Ehrenberg* betretenen Weg weiter verfolgt. Denn auf solche Weise lassen sich in allen Pflanzenzellen Eierstöcke, Magensäcke, männliche Samendrüsen, ja, bei noch etwas mehr Phantasie, vielleicht auch Gallengefässe, Kiemen u. s. w. nachweisen.

Da nun auch die Desmidieen, Bacillarien, Euglenen, Volvocinen, Chlamydomonaden und noch andere sogenannte Infusorien im Sonnenlichte Sauerstoff entwickeln, wie Pflanzen, während die entschiedenen Thiere den Sauerstoff aufnehmen und dafür Kohlensäure abgeben, so stellt sich durch den chemischen Lebensprocess dieser Gebilde ebenfalls eine Aehnlichkeit mit den Pflanzen, und zugleich eine Differenz gegen die Thiere heraus. Aus diesem Grunde wird daher jetzt die ungeheure Mehrzahl der *Ehrenberg'schen* Infusorien von den neuern Forschern als niedere Algen und nicht als Thiere betrachtet [109]).

§. 866.

Zugleich hat man sich allgemein überzeugt, dass jene und noch mehrere andere von *Ehrenberg* angegebene Merkmale gar nicht geeignet sind, zur Unterscheidung der Thiere und Pflanzen. Kaum waren daher jene Erkennungszeichen beseitigt, so wurden neue aufgestellt. Bei *Naegeli* („Zeitschrift f. w. Bot." II. p. 42.) finden wir in Bezug hierauf folgende Aeusserungen: 1) „Aus der Schwierigkeit, willkürliche und unwillkürliche Bewegungen von einander zu unterscheiden, und überdem aus der Verwechselung von mikroskopischen Organismen selbst entsprang dann jene merkwürdige Ansicht, dass Pflanzen und Thiere gegenseitig sich in einander verwandeln könnten." — 2) „Dieser Annahme widerspricht schon die Absolutheit der Begriffe; denn wenn die specifischen Begriffe

nicht in einander übergehen, so können es noch viel weniger die allgemeinen." — 3) „Ein allmäliger Uebergang von der Linie in die Fläche ist noch weniger denkbar, als derjenige von der geraden Linie in den Kreis." — 4) „Eine Säure ist noch weiter davon entfernt, sich in eine Base umzuwandeln, als Kohlensäure in Kohlenoxyd graduell übergehen kann." — 5) „Der Uebergang vom Pflanzen- ins Thierreich, oder die Verwandlung einer Pflanze in ein Thier ist aber auch physisch unmöglich, sobald man bedenkt, dass die Verschiedenheit der chemischen Zusammensetzung der Membran (ternäre und quaternäre Verbindungen) ein absolutes Hinderniss darbietet." — 6) „Das Pflanzenreich umfasst alle Organismen, welche unter dem Begriff der Pflanze stehen. Dieser unterscheidet sich von dem Begriffe des Thieres materiell in der chemischen Zusammensetzung der Zelle, nämlich durch die vegetabilische Stoffreihe, deren Grundlage von 12 C, 16 H, 80 gebildet wird, und welche dem Thiere mangelt." — 7) „In Bezug auf die aus der materiellen Beschaffenheit resultirende Function unterscheidet sich die Pflanze vom Thier dadurch, dass ihr Empfindung und Bewegung mangelt."

§. 867.

Alle diese Aeusserungen sind bei genauer Betrachtung unhaltbar. Denn ad (1) handelt es sich mehr um thierische und vegetabilische, als um willkürliche und unwillkürliche Bewegung. Die Bewegungen des Herzens, Magens u. s. w. sind ganz bestimmt thierisch und doch nicht willkürlich. Dadurch wird aber eben die Sache noch verwickelter; denn wenn Jemand die Bewegungen bei den Mimosen, Hedysarum-Arten und Oscillarien denen des Herzens an die Seite, oder gleichstellen wollte, so wären gegenwärtig keine wissenschaftlichen Gründe vorhanden, ihn zu widerlegen. Auch ist die Verwechselung der mikroskopischen Organismen nur bei Unkundigen vorgekommen. Gerade die schlagendsten Beweise für die allmäligen Uebergänge der niedern Pflanzen in niedere Thierformen sind durch möglichst sicher bestimmte und möglichst sicher erkannte Organismen geliefert worden. — Ad (2) ist die Absoluthheit der Begriffe nur eine Fiction der sogenannten „absoluten Philosophie". — Ad (3) verwechselt hier *Naegeli* mathematische (eingebildete) Grössen mit physischen. Weder die mathematische gerade Linie, noch die mathematische gerade Fläche ist in der Natur wirklich vorhanden. Die sogenannte gerade Linie, welche wir an der Kante eines organischen Körpers sehen, ist in der That eine krumme Fläche. Es kann also hier gar nicht die Rede davon sein,

ob eine gerade Linie in einen Kreis, oder überhaupt eine Linie in eine Fläche übergeht; das Alles gehört gar nicht hierher; sondern es handelt sich bloss darum, ob es der Erfahrung und der logischen Einsicht widerspricht, dass eine krummflächige organische Form in eine andere krummflächige organische Form übergehen könne. Das kann man bei jedem Körper sehen, der wächst. — Ad (4). Der Unterschied zwischen Säure und Base ist bekanntlich ein sehr relativer. Es kann kein Chemiker genau sagen, was die eine und die andere ist. Die Thonerde ist in Verbindung mit Schwefelsäure eine Base; in Verbindung mit dem Kali aber eine Säure; ein ähnliches Verhältniss findet Statt beim Wasser, Zinnoxyd, Eisenoxyd. Daher die Benennung amphotere Oxyde[110]). Es beweisen diese Fälle gerade das Gegentheil von Dem, was *Naegeli* zu beweisen beabsichtigte. — Ad (5). Der Uebergang vom Pflanzen- ins Thierreich ist aber nicht nur physisch möglich, sondern auch nothwendig, sobald man bedenkt, dass das Thierreich erst aus dem Pflanzenreich hervorwächst, indem es sich von ihm nährt, und dass dieses Hervorwachsen und Ernähren eben nur durch eine Verwandelung der Pflanzenstoffe in Thierstoffe, also von Pflanzenformen in Thierformen, möglich ist. Wäre hier aber ein absolutes Hinderniss vorhanden, so möchte ich wohl wissen, wie es zugehe, dass die Thiere von Pflanzen leben könnten. — Ad (6) ist die Behauptung *Naegeli's* nur in beschränkter Weise richtig, im Ganzen aber unrichtig. Denn nur in den meisten Fällen besteht die Membran der Thierzelle aus einer Proteïnsubstanz und die der Pflanzenzelle aus einer Cellulosesubstanz. Mir sind nur zwei Fälle bekannt (Traganth- und Kirschgummi-Zellen, §. 402.), wo eine Pflanzenzelle nicht mit einer Proteïnmembran inwendig ausgekleidet wäre, welche als eine innere Proteïnzelle erscheint. Was ist *Mohl's* Primordialschlauch anders, als eine Proteïnzelle? Ferner besteht die Membran der Schwärmzellen mit ihrem Flimmerepithelium immer aus einer Proteïnsubstanz (§. 486. 491.). Erst später scheidet sich nach aussen eine Celluloseschicht (Gelin oder Bassorin) ab. Auch die meisten Sporen und Pollenkörner bestehen nach aussen aus einer Proteïnmembran. Alle diese Fälle beweisen, dass es Pflanzenzellen gibt, deren Membran die Zusammensetzung der Thierzellen besitzt, obschon die meisten Pflanzenzellen nach aussen eine Celluloseschicht entwickeln, welche die Hauptmasse der Zellenmembran bildet. Es gibt aber auch Thierzellen, welche aus Cellulose bestehen, wie die Analyse des Mantels der Ascidien beweist[111]). Untersuchungen, welche ich selbst mit der Zellensubstanz von Alcyonidium diaphanum und der Eierstränge einer Aplysia aus dem adriatischen Meere

anstellte, haben ergeben, dass die Cellulose der niedern Thiere zum Bassorin gehört. Diese Bassorinzellen bestehen in den beiden genannten Fällen aus mehreren Schichten. Nur bei Alcyonidium enthalten sie etwas Proteïn, namentlich die Cuticula. Alle diese Umstände rechtfertigen gewissermassen das Verfahren der Botaniker, welche die genannten Gebilde als Algen betrachteten, ehe man ihren Zusammenhang mit der Thierwelt wusste [112]). In solchen thierischen Parenchymmassen ist so wenig Empfindung und Bewegung als in den meisten vegetabilischen. Man kann sie daher als wirklich vegetirende Bildungen betrachten, deren Zelleninhalt sich erst späterhin zu wahren Thiergebilden umgestaltet, welche ihre Pflanzen-Mutterzelle entweder als ihr Gehäuse bewohnen (Alcyonidium), oder dieselbe nach Art der Schwärmzellen verlassen (Aplysia). — Ad (7) ist es sehr zweifelhaft, ob die niedern Thiere wirkliche (sinnliche) Empfindung besitzen. Wo die Empfindung bei Thieren sich zeigt, da ist auch in der Regel ein besonderes Organ dafür vorhanden. Nur für Wärme fehlt ein solches. Aber wir haben oben (§. 854.) gesehen, dass die Pflanzen ebenfalls für Wärme empfindlich sind. Auch wissen wir, dass die Pflanzen Gliederbewegung (§. 836.) besitzen.

§. 868.

Die neuesten Ansichten, welche sich in der Zoologie geltend gemacht haben und jetzt zum Theil maassgebend bei der Sichtung mikroskopischer Pflanzen- und Thier-Gebilde sind, beruhen auf der Annahme einer thierisch belebten Substanz, welche man Sarcode genannt hat. Die Sarcode ist Proteïnsubstanz, welche die Eigenschaft besitzt, sich durch Zusammenziehen und Ausdehnen zu bewegen; oder sie wächst an ihrer Oberfläche in feine Wimpern und Fäden aus, welche die Bewegung veranlassen. Zellen, welche aus Sarcode bestehen, bewegen sich ebenfalls durch Contraction. Es gibt Organismen, welche gleichsam nur ein mikroskopisches, aus Sarcode bestehendes, Schleimklümpchen bilden, an dem man, ausser feinen Körnchen, gar keine Structur weiter bemerkt. Man hält diese Körperchen für Thiere und hat sie mit dem generischen Namen Amiba belegt. Die Gregarinen, welche von *Dufour* und *v. Siebold* als Eingeweidethierchen beschrieben worden sind, werden von *Kölliker* für einzellige Thiere gehalten. Man kann diese Zellen als Sarcodezellen ansehen. Bei ihnen sowol, wie bei den Opaliniden, ist kein Mund vorhanden; sie ernähren sich daher wie die Pflanzenzellen durch Endosmose flüssiger Substanzen. Bei Actinophrys, wo ebenfalls kein Mund vorhanden ist, wird feste

Substanz in den Körper aufgenommen, indem nach *Kölliker* das Thierchen den Bissen mit Hilfe seiner Wimpern in den weichen gallertartigen cellulosen Leib hineindrückt und darin versenkt, wobei sich die dadurch entstandene Lücke hinterher wieder von selbst zuschliesst.

§. 869.

So scheint also die Sarcode die wesentliche Grundlage der Thierformen zu bilden. Aber sie scheint es auch nur. Schon *Cohn* hat in seinen Nachträgen zur Naturgeschichte des Protococcus pluvialis [113]) gezeigt, dass die Sarcode auch in den Pflanzenformen vorkommt und hier contractorische Bewegungen hervorrufe, wie dort. Nach demselben Naturforscher vermittelt sie nur deshalb häufig keine äussern Bewegungserscheinungen, weil sie von einer starren Celluloseschicht umgeben ist. Das stimmt allerdings auch mit meinen Mittheilungen über die Bewegung der Schwärmzellen überein. *Cohn* sagt gleichfalls bei der Gelegenheit, wo er von Euglena sanguinea, als von einem schönen blutrothen, sich allmälig in „Grün" umwandelnden, sehr contractilen Thierchen spricht [114]): „Hierher gehört, wie ich glaube, auch die Microcystis Noltii *Kg.*, welche in Schleswig schwimmende, blutrothe Häute bilden soll. Nach Vergleichung der Originalexemplare von *Kützing* im Herbarium des Herrn *von Flotow*, so wie seiner Abbildungen („Tabulae phycol." Tab. 9.) muss ich diese Form nicht für eine Alge, sondern für identisch mit Euglena sanguinea halten, welche im contrahirten Zustande pflanzenähnliche Häute zu bilden pflegt. Ein verwandtes Thierchen ohne rothen Augenpunkt, die Astasia haematodes, vertritt nach *Ehrenberg* die Stelle unserer Form in der Schneeregion; er fand dasselbe in der sibirischen Steppe und unter den Gletschern der Schweiz."

Ich stimme *Cohn* gern bei, wenn er sagt, dass meine Microcystis Noltii nur ein anderer (ruhender) Entwickelungszustand von Euglena sanguinea sei, welche eine „pflanzenähnliche Hülle" abgesondert hat — folglich in diesem Zustande doch wohl vegetirt. Ich bin um so mehr von der Richtigkeit der *Cohn'schen* Ansicht überzeugt, als ich jetzt, bei nochmaliger Untersuchung und namentlich mit Hilfe der Jodintinctur mehrere sogenannte „rothe Augenpunkte" ganz so sehe, wie sie die Euglenen besitzen. Aber es folgt für mich noch nicht daraus, dass die Microcystis ein wirkliches Thier sei; deshalb nicht, weil man mit demselben Rechte sagen kann, die Euglena sanguinea sei eine Alge; oder noch besser die Microcystis sei der vegetabilische, die Euglena der animalische

Zustand des kleinen Organismus. Mit Astasia haematodes ist es vielleicht eben so. Wenigstens sicher mit Astasia nivalis *Shuttleworth.* In ruhender Form vegetirt sie und stellt den Protococcus nivalis dar [115]).

§. 870.

Die Sarcode ist demnach gar kein ausschliesslicher Bestandtheil des Thierreichs. Sie ist aber auch nicht immer mit Bewegung begabt; denn es ist ja bekannt, dass auch aus Sarcode gebildete Thierzellen nicht immer selbstbeweglich sind und die selbstbeweglichen mit der Zeit versteifen und zuletzt keine Contractilität mehr besitzen. Auch kommt der Sarcode nicht allein die Contractilität zu. Bei den Mimosen, Hedysarum gyrans u. s. w. müssen sich z. B. Gelinzellen contrahiren, wenn die Bewegung der Blätter stattfinden soll; bei dem Mantel der Ascidien und bei den Oscillarien contrahiren sich Bassorinzellen. Also kommt auch den Cellulosesubstanzen die Contractilität zu, wenn auch nicht so allgemein, als den Proteïnsubstanzen. Das Missliche, die thierische Natur durch die Sarcode zu bestimmen, tritt also hier offen zu Tage. Auch ist diese Schwierigkeit jüngst von *Leuckart* [116]) erkannt worden. Dieser sagt zugleich in dem citirten Aufsatze (p. 154.): „Noch heute führt man allerdings in dem thierischen Systeme eine Anzahl frei lebender mundloser Geschöpfe auf, die in den infusoriellen Familien der Astasiaeen und Peridinaeen zusammengestellt sind. Aber diese werden gewiss in kurzer Zeit das Schicksal der Closterieen und Desmidieen, der Diatomeen, Volvocinen und Monadinen theilen, die jetzt dem Pflanzenreiche überwiesen sind.“ Nach *Leuckart* sind nämlich die Thiere bewegliche Organismen, die ihre Nahrung aus den organischen Reichen entnehmen. Das hat seine Richtigkeit. Aber wir haben damit keinen festern Haltpunkt gewonnen. Denn wenn wir auch von den phanerogamischen Schmarotzern absehen, so bleiben uns doch noch die Schwämme übrig, die ebenfalls an das Vorhergehen der andern Pflanzen und Thiere gebunden sind [117]).

§. 871.

Summa: Es haben bis jetzt alle gründlichen Untersuchungen über die Grenzen des Pflanzen- und Thierreichs (und die gründlichsten gerade am meisten) diejenige Ansicht bestätigt und bekräftigt, dass gar keine Grenze zwischen den beiden grossen organischen Gruppen existirt, sondern dass dieselben an der Grenze in einander verschmelzen, in einander hineinwachsen, sich mit einan-

der verbinden. Verfolgen wir aber von der Grenze aus jedes der beiden Reiche für sich, so stellt sich allerdings in den höhern Entwickelungsformen ein entschiedener Gegensatz zwischen beiden heraus, welcher hauptsächlich darin besteht: dass das Pflanzenreich sich vorherrschend seine Formen aus steifen Cellulosesubstanzen aufbaut, welche die Proteïnsubstanzen als untergeordnete Bildungen einschliessen, während das Thierreich seine Formen vorherrschend aus Proteïnsubstanzen bildet, die es dem Pflanzenreiche entnimmt.

Man kann daher auch wohl sagen, dass das thierische Leben der Pflanzensubstanz da beginnt, wo die Proteïnsubstanzen in ihrer Entwickelung das Uebergewicht bekommen und die Cellulosesubstanzen, anstatt sich weiter zu entwickeln und bleibend zu consolidiren, sich verflüssigen oder chemisch zersetzen.

Die eigenthümliche thierische Beweglichkeit der Massen scheint mir auch nicht in der chemischen Constitution begründet, sondern in einer eigenthümlichen Cohärenz der Moleküle, wobei es möglich wird, dieselben innerhalb gewisser Grenzen zu verrücken, so jedoch, dass jedem Molekül nur ein bestimmtes Maximum der Verrückung zukommt. Dies kann nur in einer eigenthümlichen, vielleicht polaren Attraction der Moleküle begründet sein, deren nähere Ermittelung eine weitere Aufgabe der Wissenschaft ist. Vielleicht führen uns *Du Bois-Reymond's* Untersuchungen über den thierischen Magnetismus noch auf einen Pfad, auf welchem man auch die Molekularordnungen in den Substanzen bestimmen und ihre Veränderungen messen kann; vielleicht wird auch dieser Pfad durch die Anwendung des polarisirten Lichtes erhellt. Hier liegen aber noch ungeheure Arbeiten vor, mit denen künftige Geschlechter sich jedenfalls lange beschäftigen werden.

Worin nun aber auch die Beweglichkeit und Empfindlichkeit der thierischen Substanz begründet sein mag, so steht doch so viel bis jetzt fest, dass dieselbe erst das Resultat einer Reihe von Veränderungen und vorhergehenden Bildungen ist, denen die Beweglichkeit und Empfindung abgeht. Lassen wir jetzt die räthselhafte Entstehung der Protozoa bei Seite, und halten wir uns überhaupt an die unzweifelhaften thierischen Formen, so zeigen die neuern Untersuchungen, dass sich morphologisch der Anfang eines Thieres von dem einer Pflanze nicht unterscheiden lässt. Bei beiden ist der Anfang eine Zelle. Das Keimbläschen ist der Anfang des Pflanzen-, wie des Thierkeims. Bei höhern Thieren, wie bei höhern Pflanzen werden erst eine Anzahl von Zellen gebildet, aus denen der Embryo entsteht. Diese Zellen entstehen und vermehren sich auf ganz gleiche Weise. So vegetirt also auch das höhere Thier bei seinem Anfange

wie eine Pflanze. Erst später treten die Unterschiede hervor, erst später zeigt der thierische Embryo Gliederbewegung.

Das einzellige Thier lebt wie eine einzellige Pflanze. Sind die Tochterzellen entwickelt, so wird die Mutterzelle entweder aufgelöst, oder sie wird als unnütze Schale abgeworfen. Das Abwerfen der abgelebten Stoffe als Mauserstoffe [118]) kommt den Thieren nicht allein zu, sondern auch den Pflanzen. Besonders ausgezeichnet ist die Häutung bei Sporen- und Pollenkörnern, so wie bei Schizochlamys gelatinosa [119]). In ähnlicher Weise erscheint auch die Abschälung der Rinde mancher Bäume.

Der Polypenstamm bildet sich (wenigstens bei Alcyonidium) ganz wie ein Algenstamm. Seine Zellen vegetiren sämmtlich in der Jugend; die der innern Stammschichten sogar bis an ihr Ende. Also ernährt sich auch wohl der Polypenstamm wie ein Algenstamm. Nur der Inhalt der Corticalzellen verwandelt sich bei seiner weitern Entwickelung in ein Thier, welches die Zellenwand zuletzt nach aussen durchbricht, aber die Zelle nicht verlässt, sondern darin lebt und stirbt. Seine Mutterzelle ist zugleich seine Wiege und sein Sarg.

Erst bei den spätern Entwickelungsstufen der höhern Thiere kommt die Erscheinung vor, dass sämmtliche (?) Organe continuirlich in ihren Elementen aufgelöst und wiedergebildet werden, was, wenigstens bei den höhern Pflanzen nicht in dieser Ausdehnung stattfindet, obschon der ganze Zellenbildungsprocess ebenfalls in einer beständigen Auflösung der Mutterzellen und Neubildung von Tochterzellen besteht. Denn es bleiben bei den höhern Pflanzen zuletzt gewisse Zellengenerationen durch Cohäsion verbunden und bilden so die der Pflanze besonders eigenen Stammgebilde, während sich der beständige Auflösungs- und Neubildungsprocess (Mauserung) bei den niedern Pflanzen (z. B. den Oscillarien) erhält. Bei den Thieren ist es gerade umgekehrt; hier kommen dauernde Zellengenerationen nur bei den niedern Formen (Polypen, Muschelschalen) vor, während die Mauserung und Schälung am ganzen Körper erst deutlich bei den Gliederthieren und Wirbelthieren auftritt. Man kann auch sagen, dass die Mauserstoffe bei den Schalthieren sich zur Schale, bei den Polypen zu den Polypengehäusen, bei Oscillarien zu Röhrenschläuchen (Phormidium), bei den Bäumen zum Holz- und Borkencylinder verbinden.

§. 872.

Der verehrliche Leser wird nun wohl nicht von mir verlangen, dass ich ihm ein einseitiges — sogenanntes durchgreifendes —

Merkmal (Definition) von der Pflanze oder vom Thiere geben soll. Solche Sachen sind nur bei systematischen Arbeiten an ihrem Platze. Sie haben aber auch darum nur systematischen (d. h. einseitigen, vorübergehenden) Werth. Darum lege ich auf alle systematischen Bestimmungen kein grosses Gewicht, und es gilt am Ende auch gleich, ob ein Geschöpf als Thier oder als Pflanze einregistrirt wird, wenn nur seine Lebensverhältnisse dadurch nicht unrichtig beurtheilt werden. Leider ist die systematische Naturbetrachtung überall noch so fest gewurzelt und so zur Gewohnheit geworden, dass sich bei den meisten Naturforschern immer noch Alles um das leidige System dreht. Wer aber nicht in den historischen Irrthümern befangen ist, sondern unbefangen forscht, der muss finden, dass jede systematische Behandlung eines Naturgegenstandes demselben Zwang anthut, weil dessen wahrer Werth kein systematisch einseitiger, sondern ein natürlich allseitiger ist.

§. 873.

In den vorigen §§. haben wir den Einfluss der Pflanzenwelt auf die Thierwelt hinsichtlich des Uebergangs der Pflanzenstoffe und Pflanzenformen in die Thierstoffe und Thierformen betrachtet. Der Einfluss wird aber noch weiter verspürt. Zunächst muss ich daran erinnern, dass gewisse specifische Thierformen auch ganz von gewissen specifischen Pflanzenformen abhängig sind. Manche Thiere sind sogar auf bestimmte Pflanzenorgane angewiesen. In vielen solchen Fällen tritt die Pflanze an die Stelle der Mutter, indem sie dem Ei, dem Embryo, der Larve, oder dem Thier überhaupt Schutz und Wohnung gewährt, ja selbst Ammendienste versieht. Die Wohnung ist von der Existenz des Thieres unzertrennlich; sie gehört mit zu seiner Organisation. Dieser Schutz, den die Pflanzen als Wohnplätze den Thieren gewähren, ist so allgemein, dass man sich keinen Wald ohne Vögel u. s. w. denken kann.

§. 874.

Aber erst der Mensch fühlt den Genuss, fühlt den Schutz, den die Pflanzenwelt gewährt. Grünende und blühende Auen haben von jeher das Menschenherz erfreut; Wälder mit ihrem laubigen Schattendach, Bäume mit ihren Früchten sind dem Menschen zu allen Zeiten und unter allen Himmelsstrichen, wo sie vorkommen, eine theils erquickende, theils Ehrfurcht gebietende, selbst heilige Schen einflössende Erscheinung gewesen. So greift die Pflanzenwelt zuletzt nicht nur in die organische, sondern auch in die geistige Entwickelungsgeschichte des Menschengeschlechts ein [120]). Der Eingriff

ist um so gewaltiger, die Abhängigkeit des Menschen von der Pflanzenwelt um so bedeutungsvoller, je niedriger die Culturstufe ist, auf der er steht.

Wenn Pflanzenspeise die einzige Nahrung des Menschen ist, dann ist er gutmüthiger, liebevoller, aber auch furchtsamer, wie die Banianenkaste in Ostindien beweist. Hiermit hängt auch die Enthaltsamkeit von Fleischspeisen — das Fasten — als religiöse Handlung, bei fast allen Völkern zusammen. Das Märchen von der Seelenwanderung ist sicher von indischen Priestern nur erfunden worden, um das Volk desto sicherer vom Fleischgenuss abzuhalten. Dass auch pflanzenfressende Thiere leichter zu zähmen sind und sich leichter an den Menschen gewöhnen, als fleischfressende, ist eine allbekannte Erfahrung. Auch fleischfressende Thiere verlieren ihre Wildheit, wenn man sie an Pflanzennahrung gewöhnen kann.

Nicht minder wichtig ist der Eindruck, den die Pflanzenwelt auf das innerlich-sinnliche Gemüth des Menschen von jeher ausgeübt hat und noch ausübt. Nicht bloss die feierliche Stille eines anmuthigen Schattenhains, auch der Sturm, der durch die hohen Gipfel saust, — Alles dies ist geeignet religiöse Empfindungen, den Gedanken an ein allmächtiges Wesen, zu wecken. Dass die Menschen auf einer niedern Culturstufe dieses Wesen besonders an solchen, durch die Vegetation ausgezeichneten Stellen suchten; dass sie zuletzt dasselbe sogar mit einem grossen Baume identificirten, das findet hierin seine Erklärung. Was die Haine ehemals den alten Griechen, Römern, Galliern und Germanen waren, das sind sie noch heut den Urbewohnern der Tropenwälder aller Erdtheile. Mit diesen religiösen Anschauungen sind von jeher die poëtischen, die sich in einem noch weit grössern Kreise von Pflanzenarten bewegten, Hand in Hand gegangen. Ich darf hier wohl nur an einige Pflanzennamen, wie Narcissus, Hyacinthus, Adonis, ferner an die Alräunchen und Hexenkräuter, an die Veilchen, Vergissmeinnicht, den Lorbeerkranz, den Myrtenkranz, das Geburtstagssträusschen, den Rosmarin und die Trauerweide erinnern, welche zuletzt unsere Gräber beschattet. So verknüpft sich das Leben der Pflanzen mit dem gewöhnlichen Leben der Menschen. Nur die wissenschaftliche Betrachtung geht nicht mit jenen fabelhaft-poëtischen und -religiösen Anschauungen Hand in Hand. Wie unschuldig jene poëtische Naturanschauung an sich ist, so wird sie doch zur Carricatur, sobald sie die ernste Miene der Wissenschaft annimmt; sie führt aber zum grässlichen Aberglauben, sobald sie zugleich in das religiöse Gebiet hinübergreift. Nur die Unwissenheit kann in jener Anschauungsweise Befriedigung finden. Dem

Wissenden kann sie nur Unterhaltung gewähren, wenn sie sich in der Form unschuldiger Kinderspiele zeigt. So wie jene Poesie mehr als dieses sein will, wird sie unmoralisch. Sie dichtet der Natur Handlungen an, die sie gar nicht begeht. Daher wurden die Naturgegenstände bei den Griechen zu Gottheiten erhoben; in den finstern Zeiten des Christenthums aber trieben böse Geister in der Natur ihr Spiel. Viele heilige, alte Eichen, unter denen die alten Deutschen und Preussen ihren Götzendienst verrichteten, wurden darum umgehauen. So trat an die Stelle des alten Aberglaubens, aus Unwissenheit, ein neuer. Die Naturwissenschaft hat diesen Aberglauben, wenigstens zum Theil, unter den gebildeten Völkern, besiegt. Der Mensch soll nicht beherrscht werden von der Natur, sondern er soll sie beherrschen. Mit der Herrschaft des Menschen über die Natur weicht aber auch die heilige Scheu sowol, als die Gespensterfurcht vor ihr. Um so mehr wächst jedoch die Ehrfurcht vor dem heiligen Gesetz, dem sie folgt, vor der Allmacht und Allweisheit, die sie geschaffen hat und erhält; um so mehr wächst der Genuss, den wir in der Bewunderung ihrer unübertrefflichen Schönheit empfinden.

Anmerkungen und Zusätze zum zweiten Bande.

---

1) Zu §. 541. S. 1. Das Individuum kann aber mit einem andern Pflanzenkörper, der nicht zu seiner Art gehört, in organischer Verbindung stehen, wie die Schmarotzerpflanzen (Viscum u. s. w.) beweisen.

2) Zu §. 541. S. 1. Es geht hieraus hervor, dass ich der Ansicht, wonach jede Knospe ein Individuum, also ein Baum eine grosse Gesellschaft von Individuen ist, nicht so unbedingt beistimmen kann. Die weitere Ausführung findet man im fünften und sechsten Capitel bei den Knospen (§. 719 fg.) und Sprossformen (§. 731 fg.).

3) Zu §. 549. S. 4. Die Praxis hat auch in der That bei der Aufstellung der niedern Kryptogamen-Species (namentlich in letzter Zeit) einen andern Maassstab gehabt, als bei der Aufstellung der Phanerogamen-Species. Hier ist der allgemeine Maassstab die Form der äussern Organe (Blätter, Stengel), welche aus Zellgewebe gebildet sind. Diese äussere Form ist aber bei den niedern Kryptogamen häufig gar nicht entwickelt, deshalb bleibt bei der Bestimmung derselben nur die Zelle übrig, deren Form hier maassgebend ist, während sie bei der systematischen Bestimmung der Phanerogamen-Species gar nicht in Betracht kommt.

Ueber den Begriff der Species sind viele unnütze Worte gesprochen und geschrieben worden. Die Worte sind darum unnütz gewesen, weil man die Species in einer Weise hat begreifen wollen, wie sie gar nicht existirt. Denn die „unveränderlichen Merkmale“, welche der Species zu Grunde liegen sollen, sind in der Wirklichkeit eben so wenig vorhanden, als die „völlig gleichen Merkmale unter völlig gleichen Verhältnissen“. Eine solche Definition hat daher gar keinen Werth. Historisch hat sich die Sache bis jetzt so gemacht, dass man bei Aufstellung der Species sich theils durch die Autorität Anderer, theils durch das eigene subjective Gefühl hat leiten lassen. Je mehr ein systematischer Schriftsteller selbst untersucht hat, desto stärker treten subjective Bestimmungen bei seinen speciellen Arbeiten hervor, welche für Andere, die weniger kritisch untersuchen, mehr oder weniger maassgebend sind. Die Autorität ist immer eine sehr wichtige Stütze bei specifischen Bestimmungen gewesen, und sie wird es auch bleiben. Sie ist die Ursache, dass sich neue Ansichten nicht immer sogleich überall Geltung verschaffen können, namentlich bei der gegenwärtigen Generation, weil diese mit den bestehenden Bestimmungen immer mehr oder weniger verwachsen ist. Der kluge Schriftsteller erwartet daher auch um so weniger den vollen Beifall

der Gegenwart, je mehr sich seine Ansichten von den gegenwärtig herrschenden entfernen. Sehen wir nun die bisherigen speciellen Arbeiten in der systematischen Naturgeschichte nach, so finden wir auch wirklich, dass die Arten nur nach den weniger veränderlichen Merkmalen der Individuen begründet werden. Dadurch erscheint aber der Begriff der Art als ein sehr relativer; ein anderer ist aber auch nicht möglich.

4) Zu §. 550. S. 4. Den Beweis für das Gesagte „dass die kleinsten Differenzen am Anfange, die grössten aber am Ende der Entwickelung des Individuums auftreten“ liefert jedes organische Individuum, am auffallendsten, unter den Pflanzen, die Phanerogamen. Diese fangen sämmtlich mit dem Embryobläschen an, das überall gleich ist. Aber schon mit der Entwickelung desselben zu dem Phanerogamenkeim zeigen sich Differenzen, welche sich mit der Ausbildung mehren.

5) Zu §. 563. S. 10. Viele Einzelnheiten über die Bildung der Desmidieen findet man in „The british Desmidieae. By *John Ralfs.*“ London. 1848. Mit 35 Kupfertafeln. — Auch die „Gattungen einzelliger Algen u. s. w. von *Carl Naegeli.*“ Mit 8 lith. Tafeln. Zürich, 1849. verdienen hier Erwähnung.

6) Zu §. 564. S. 14. Ich muss hierbei bemerken, dass ich die Glieder der Caulerpenzelle, welche ich hier als Blätter bezeichnet habe, zum Theil in meinen frühern algologischen Schriften als Fiederzweige der Aeste angesehen und beschrieben habe.

7) Zu §. 569. S. 17. Bei Phlebothamnium ist noch zu beachten, dass die absteigenden wurzelartigen Verlängerungen, welche das Rindengeflecht bilden, sich unter der Cuticula (= Peridermis) hinziehen.

8) Zu §. 580. S. 24. Die hier erwähnten Organe der höhern Algenformen, welche ich den Sporenblättern der Farne vergleiche, habe ich in meinen algologischen Schriften als Fruchtäste (carpoclonia) bezeichnet.

9) Zu §. 583. S. 26. Ueber die Entwickelungsfähigkeit der „Antheridien“ sind, wenigstens zur Zeit, noch keine sichern Erfahrungen vorhanden. Für ein wesentliches Merkmal der Antheridien hat man bis jetzt die Anwesenheit eines selbstbeweglichen kleinen Spiralfadens gehalten. Dieses Merkmal ist jedenfalls zu eng und unvollständig, denn zum eigentlichen Wesen des Antheridiums gehört die Zelle, in welcher der Spiralfaden als eine secundäre Bildung entsteht. Ist aber die Zelle die Grundform des Antheridiums und der bewegliche Spiralfaden eine Nebenerscheinung derselben, so kann es auch Antheridien ohne Spiralfäden geben.

10) Zu §. 585. S. 26. Vergl. *v. Flotow,* über Haematococcus pluvialis in „Nov. Act. Leop. Car.“ Vol. XX. — *Shuttleworth* in „Bibl. univ. de Genève.“ Febr. 1840.

11) Zu §. 588. S. 30. *Schleiden* gibt in seinen „Grundzügen d. wiss. Bot.“ II. S. 31. Fig. 104. eine Abbildung von keimenden Algensporen, welche angeblich der Mougeotia genuflexa angehören sollen. Die Zygnemeen besitzen aber nie solche schlauchförmige Wurzeln, wie sie die citirte Abbildung zeigt, am wenigsten Mougeotia genuflexa. Dieser Umstand sowol, als auch die übrigen Erscheinungen, welche die Abbildung gibt, stellen die systematische Bestimmung der Alge als Mougeotia genuflexa entschieden in Zweifel; dagegen stimmt die Abbildung ziemlich genau mit jungen Individuen des Oedogonium Landsboroughii überein.

12) Zu §. 595. S. 33. Ueber die Antheridien der Algen kann man noch nachlesen eine Controverse zwischen *Wigand* und *Naegeli* in der „Botan. Zeitung", 1849. S. 145. — 569. — 809.

13) Zu §. 603. S. 38. Man vergleiche hier auch *Schnizlein*, über die Verbindung der Basidienzellen der Pilze mit dem Gewebe der Lamellen. „Bot. Zeit." 1848. S. 86.

14) Zu §. 605. S. 39. Bei Leotia lubrica und Geoglossum viride hat zuerst *Phoebus* („Ueber den Keimkörner-Apparat der Agaricinen und Helvellaceen", S. 66 fg.) in den Schläuchen je acht spindelförmige Secundärzellen gefunden, deren jede wieder acht rundliche Körner enthielt. Wenn diese letztern die eigentlichen Sporen sind, so würde jeder Schlauch 8 × 8 Sporen enthalten. Vergl. auch Taf. 20. Fig. 1. d.

Zu §. 604. bemerke ich noch, dass ich nach dem Druck desselben Gelegenheit hatte, eine lebende Trichia rubiformis zu untersuchen. Ich kann die Anwesenheit der Spiralfäden in den Trichienhaaren bestätigen; sie bilden sehr dünne elastische Röhren und ich sehe die Spiralfäden schon bei 100maliger Vergrösserung; sie kommen aber erst dann ganz deutlich zum Vorschein, wenn man die Haare — die wirkliche Spiralröhren sind — in Weingeist und zuletzt in Wasser legt, dem man etwas Schwefelsäure hinzufügt. Die Spiralfasern lockern sich dann auf und die Spiralfaserröhre wird durchscheinend. Die Fasern sind aber eigentlich Spiralplättchen (Vergl. 483.), deren scharfe Ränder die den Mycologen bekannten spitzigen Hervorragungen an den Haaren bilden. Uebrigens lassen sich auch alte getrocknete Exemplare auf die angegebene Art auf Spiralfasern untersuchen.

15) Zu §. 606. S. 41. Ausführlicheres über die Sporenorgane der Pilze findet man in der schon oben angeführten Schrift von *Phoebus*, so wie auch in dessen „Deutschlands kryptogamische Giftgewaechse." Berlin. 1838. Wichtig sind auch die „Beiträge zur Anatomie und Physiologie der Schwaemme, von *J. Schmitz*" in der „Linnaea" 1843.

Eine besondere Berücksichtigung haben in neuerer Zeit auch diejenigen Pilzbildungen gefunden, welche sich in Folge der Zerstörung des thierischen Zellgewebes erzeugen, oder durch ihr Entstehen die Ursache dieser Zerstörung werden. Dahin gehört die Muscardine (Botrytis Bassiana), welche unter den Seidenraupen grosse Verheerungen anrichtet. Nähere Auskunft hierüber findet man in folgenden Schriften:

Observations et expériences sur un Champignon entomoctone ou histoire botanique de la Muscardine. Par *M. C. Montagne.* Lu devant l'Académie franç. Aug. 18. 1836. et publié dans les Annales de la Société séricicole. 1847.

Muscardine. Mission confiée par M. *Cunin Gridaine*, Ministre de l'Agriculture et du Commerce, à Mr. *Guérin-Méneville.* 1847.

Lettre à Mr. le Chev. Bonafous, suivi d'un Mémoire sur la Muscardine. Par M. M. *Jules Robert* et *Guérin-Méneville.* Turin. 1847.

Vergleiche auch hierüber *Wiegmann's* Archiv. 1837. II. S. 107. — Linnaea. 1836. S. 609. und 1839. S. 118.

Ueber die Pilzbildungen in Pflanzen enthält eine Schrift von *Unger*, die Exantheme der Pflanzen (Wien. 1833.) sehr interessante Mittheilungen.

Die Arbeiten von *Corda* sind nur mit grosser Vorsicht zu benutzen.

16) Zu §. 609. S. 44. Die Sporen sind mitunter noch von einem zweiten Schlauche, der von dem äussern eingeschlossen ist, umgeben. Dieser Innenschlauch wird von *Bayrhofer* Sporensack genannt.

17) Zu §. 613. S. 46. Auf dem Thallus der Flechten zeigen sich oft noch dunkle Wärzchen, welche bisher theils als parasitische Pilze, theils als verkümmerte, oder auch als eigenthümlich entwickelte Blasenfrüchte (physeumatia *Wallr.*), oder auch als selbständige Flechtenarten (Pyrenotheae sp.) beschrieben worden sind. Diese Bildungen werden in neuer Zeit von *Itzigsohn* als Antheridien der Flechten angesehen. Vergl. „Botan. Zeit." 1850. S. 393. 913. desgl. 1851. S. 810 fg. — Die Untersuchungen über diesen Gegenstand sind erst eröffnet worden und es lässt sich bis jetzt noch Nichts mit Bestimmtheit darüber sagen. — Die neueste Arbeit über die Flechten hat *Bayrhofer* („Einiges über Lichenen und deren Befruchtung". Mit 4 lith. Taf. Bern. 1851.) geliefert. Die Räthsel sind jedoch durch diese Schrift eher vermehrt als vermindert worden. Die Darstellungen des Verfassers sind sehr unverständlich.

Ueber die Flechtengonidien hat *Körber* interessante Mittheilungen gemacht, theils in einer besondern Schrift („De gonidiis lichenum". Berol. 1839.), theils in der „Flora" (1841.).

18) Zu §. 614. S. 46. Wie sehr hier Algen und Flechten verschmelzen, kann nur derjenige gehörig würdigen, dem eine recht specielle Kenntniss der einzelnen Formen zu Gebote steht. Ich habe §. 608. gesagt, dass die Gonidien der homöomerischen Flechten den meisten von mir beschriebenen Gloeocapsaformen entsprechen.

Mein verehrter Freund *von Flotow* hat in einem Aufsatze über Ephebe pubescens schon mehrere Gloeocapsaformen mit dieser, von *Linné* als Lichen pubescens beschriebenen, Pflanze in engere Verbindung gebracht. (Vergl. „Bot. Zeit." 1850. 73.) Es ist sehr zu wünschen, dass auch von den andern Formen die genauern Verknüpfungen mit homöomerischen Flechten nachgewiesen werden.

19) Zu §. 618. S. 51. Vergl. *Unger*, „Anatomische Untersuchung der Fortpflanzungstheile der Riccia glauca." „Linnaea." 1839.

20) Zu §. 620. S. 52. Vergl. *Montagne* in „Histoire naturelle des Iles Canaries par Barker-Webb et Sabin Berthelot." Tom. III. Part. II. pag. 61. Tab. 3. Fig. 2.

21) Zu §. 620. S. 55. Vergl. Anatomische und physiologische Untersuchungen über die Marchantia polymorpha. Von *Mirbel*. (Aus dem Französischen übersetzt von *von Flotow*, in „*Nees v. Esenbeck's* Naturgeschichte der europäischen Lebermoose." IV. Bd. p. 445.)

22) Zu §. 621. S. 57. Vergl. *Gottsche*, über die Fructification der Jungermanniae geocalyceae. („Nov. Act. Acad. Caes. L. C. N. C." Vol. XXI. Part. II.)

23) Zu §. 621. S. 58. Als ein sehr wichtiger und interessanter Beitrag zur Physiologie der Lebermoose müssen hier noch erwähnt werden: „Anatomisch-physiologische Untersuchungen über Haplomitrium Hookeri N. ab E., mit Vergleichungen anderer Lebermoose, von Dr. *Gottsche*." Mit 8 Steindrucktafeln. („Act. Acad. C. L. C. N. C." Vol. XX. P. I.)

24) Zu §. 622. S. 59. Vergl. *Kützing* in „Natuurkundige Verhandelin-

gen van de Hollandsche Maatschappij der Wetenschappen te Haarlem." II. Verzameling. 1e Deel. 1841.

25) Zu §. 623. S. 61. Vergl. meine „Phycologia generalis" Tab. 13. Fig. 2. und die eben citirten „Natuurk. Verhandelingen u. s. w." Tab. M.— G. I. 2.

26) Zu §. 623. S. 62. *Hugo v. Mohl*, „Anatomische Untersuchungen uber die porösen Zellen von Sphagnum." Tübingen. 1837.

27) Zu §. 630. S. 68. Nach *Lantzius-Beninga* macht Sphagnum eine Ausnahme, indem hier der Sporensack nicht von der Büchsenwand geschieden ist. „Botan. Zeit." 1847. S. 18.

28) Zu §. 635. S. 75. Als Graf *Leszcyc-Suminski* die Knospen an dem jungen Vor-Thallus der Farne entdeckte, aus welchen die Blumenstengel derselben hervorgehen, glaubte er, dass zwischen den Antheridien und den Knospenorganen ein Sexual-Verhältniss stattfinde. In seiner Schrift „Zur Entwickelungsgeschichte der Farrenkräuter." (Berlin. 1848.) betrachtet derselbe die Knospenorgane als ovula (Vergl. §. 773.). In die Höhle des „ovulum" soll ein beweglicher Spiralfaden des Antheridiums eindringen und aus diesem die erste Zelle des Blumenstengels sich bilden. — Gegen die letzte Annahme trat zuerst *Wigand* („Zur Entwickelungsgeschichte der Farrnkräuter." „Bot. Zeit." 1849. S. 17 fg.), dann *Schacht* („Linnaea." 1849. S. 753.) auf. Beide suchten die Unmöglichkeit der Befruchtung der Knospen durch die Spiralorgane darzuthun. — Die letzte Schrift über diesen Gegenstand erschien von Dr. *v. Mercklin* in St.-Petersburg („Beobachtungen an dem Prothallium der Farrnkräuter." Petersburg. 1850.). Derselbe hält das Eindringen der Spiralorgane in die Keimknospe allerdings für möglich: auch sagt er, dass er den von *Suminski* als Keimsack bezeichneten Körper in den meisten Fällen beobachtet habe, und hält es für wahrscheinlich, dass die Spiralfäden gesetzmässig in die Keimorgane einschlüpfen und zur Entstehung des ersten jungen „Wedels" beitragen, indem er selbst mehrere Male das Einschlüpfen jener Organe und ihre Veränderung beobachtet habe. (Vergl. auch „Linnaea." 1850 723 fg.)

29) Zu §. 637. S. 76. *Schleiden* sagt, dass der Stengel der Farnkräuter von simultanen Gefässbündeln durchzogen sei. („Grundz." II. 96.) Das „simultan" kann sich jedoch nur auf diejenigen Gefässbündel beziehen, welche in gleicher Entfernung von der Stengelbasis oder Stengelspitze liegen, denn die Gefässbundel der obern Stengelglieder sind jedenfalls jünger, als die der untern.

30) Zu §. 637. S. 78. Weitere Angaben über die Bildung des Blattstiels tropischer Farne findet man bei *H. v. Mohl*, „Verm. Schrift." S. 98. 99.

31) Zu §. 639. S. 79. Vergl. *Schacht*, „Beitrag zur Entwickelungs-Geschichte des Sporangiums wie der Spore einiger Farrnkräuter." „Botan. Zeit." 1849. S. 537 fg.

32) Zu §. 644. S. 84. Die Keimversuche von *Agardh* sind in den „Mémoires du Muséum d'hist. nat." Vol. IX. und die von *Vaucher* ebendas. Vol. X. enthalten. Die *Bischoff*'schen Beobachtungen findet man in dessen Werke „Die kryptogamischen Gewächse." 1. Lief. Nürnberg. 1828. S. 40.

33) Zu §. 649. S. 95. Ich betrachte den Theil, welcher die gemeinsame Basis des Mutterblattes und des Sporenblattes bildet, als Stengelorgan. Nach *v. Mohl* („Verm. Schrift." S. 105.) soll der axilläre Stand des Sporen-

organs nur scheinbar und dasselbe ein Product des Blattes sein; dieser Ansicht schliessen sich auch mehr oder weniger *A. Brongniart*, *Schleiden*, *Spring* und *Roeper* an, während nach *Treviranus* („Einige Bemerkungen über Lycopodiaceen." „Linnaea." 1843. S. 410.) ebensowol bei Lycop. Selago als auch bei L. complanatum, selaginoïdes, stoloniferum und andern Arten die Sporenorgane wirklich axillär sind. Ferner zeigt derselbe Forscher, dass die sogenannten „zweispaltigen Blätter" bei Tmesipteris eigentlich zwei Einzelblättchen sind, welche da, wo sie aus einander gehen, das Sporenorgan zwischen sich haben. Den abwärtsgerichteten Theil (welcher nach meiner Ansicht ein zweigliederiges Stengelorgan ist) betrachtet *Treviranus* als durch Verwachsung der zwei Blätter entstanden, meint aber auch, dass der Ort der Anheftung der Sporenorgane eben so gut das Blatt als der Stengel genannt werden könne.

34) Zu §. 652. S. 97. Vergl. a) Zur Naturgeschichte der Salvinie von Dr. *G. W. Bischoff*. — b) *C. Müller*, über das Keimen der Pilularia globulifera. „Flora" 1840. No. 35. — c) *Schleiden*, „Grundzüge der wissenschaftlichen Botanik." II. S. 104 fg. — d) *Mettenius*, Beiträge zur Kenntniss der Rhizocarpeen. 1846. — e) *Carl Naegeli*, über die Fortpflanzung der Rhizocarpeen. „Zeitschrift für wissenschaftliche Botanik." III. IV. S. 188 fg.

35) Zu §. 665. S. 106. Vergl. „Botan. Zeitung." 1849. S. 799.

36) Zu §. 683. S. 121. *De Candolle* war der erste, welcher diejenigen Blätter des Blattquirls der Abtheilung „Stellatae" unter den Rubiaceen, welche keine Axillarknospen beherbergen, als „stipulae foliiformes" (cf. „Prodr. Syst." IV. p. 581.) betrachtete. Diese Ansicht hat wohl auch bis jetzt bei allen Botanikern Beifall gefunden, welche für morphologische Studien Interesse haben. Dennoch aber glaube ich, dass die Betrachtung der Blattquirle als folia digitata sessilia naturgemässer ist.

37) Zu §. 675. und 684. S. 113. 121. Bei dem Keim der Gräser wurde das erste, als ein platter Theil sich absondernde Glied als Schildchen (scutellum), das zweite, kleinere, davor liegende und die kleine Knospe einschliessende als Knospenhüllchen (coleoptile) bezeichnet. *Schleiden* erklärte das Schildchen für das Keimblatt, das Knospenhüllchen aber für das Blatthäutchen (ligula) desselben. *W. Hofmeister* ist geneigt, bei den Monocotyledonen den bisher als Cotyledon bezeichneten Theil als eine Axe (d. i. als Stengelorgan) mit begrenztem Wachsthum anzusehen („Bot. Zeit." 1852. 8. Stck. p. 144.). Darauf entgegnet ihm *Roeper* (ebendas. 9. Stck. 157.): „In Bezug auf den sogenannten Cotyledon der Gräser bin ich zu demselben Resultate gekommen, wie Sie, freilich auf einem andern Wege. — — — Seiner relativen Lage nach, keineswegs aber in Bezug auf seinen Bau, entspricht *Schleiden's* Blatthäutchen des Cotyledon (coleoptile) dem Blatthäutchen (ligula) des Grasblattes. Letzteres hat, meines Wissens, nie Gefässbündel, sondern ist lediglich membranös. Nun aber zeigt die Coleoptile entschieden zwei, seitlich entspringende, nach oben convergirende Nervi, durchaus denen entsprechend, die wir an dem ersten scheidenartigen Blatte der monocotyledonen Zweige, der Utriculi bei Carex u. s. w. finden. Also ist sie kein Analogon der Ligula. Eben so wenig aber kann, wenn die Coleoptile nichts anders ist, als ein blattloser Blattscheidentheil, das Scutellum auch ein Blatt vorstellen, denn dann würden wir erleben, was nicht vorkommt, nämlich $^1/_1$ Stellung." Die $^1/_1$ Stellung kommt aber, wie wir

gezeigt haben, allerdings vor, nämlich bei Macrocystis (§. 580.). Vergl. Anmerkung 61.

38) Zu §. 685. S. 122. Wenn man Berberis vulgaris mit Grossularia vergleicht, so wird man wieder zweifelhaft, ob die Annahme des Rückenblättchens bei Grossularia begründet ist. Bei Berberis vulgaris ist der dreispaltige und einfache Stachel sicher ein selbständiges Blattorgan, welches einen gestauchten Zweig in seiner Achsel trägt. Dieser Zweig beginnt mit einigen Schuppenblättern, auf welche meist vier bis fünf Laubblätter folgen, die mit ihren Stielen auf einer kleinen scheidenförmigen stipula eingelenkt sind, das Endblatt aber trägt an seiner Basis eine Schlafknospe, welche sich erst in der folgenden Vegetationsperiode entwickelt. Sämmtliche Blätter sitzen, wegen der Kürze ihrer Stengelglieder, dicht und nahe auf einander und bilden einen Blattbüschel. Die Endknospe aber schlägt im nächsten Jahre aus und entwickelt sich auf dem gestauchten Unterstengel zu einem langen Schoss, welcher wieder jene Stachelblätter u. s. w. trägt. Diese Erscheinung finden wir bei Grossularia eigentlich auch, nur mit dem Unterschiede, dass der Stauchstengel, welcher sich in der Achsel des Stachelblattes entwickelt, nur eingliederig ist, weshalb er auch nur ein Laubblatt trägt, welches, wie das Endblatt des gestauchten Laubstengels bei Berberis vulgaris, die Endknospe des Stauchstengels an seiner Basis trägt. Ist das richtig, so ist die Annahme des Rückenblättchens überflüssig.

Beide Pflanzen haben hiernach zweierlei Stengel: einen Stauchstengel mit Laubblättern und Schlafknospe, und einen Schossstengel mit Stachelblättern und Treibknospen. Die Treibknospen entwickeln sich noch in derselben Vegetationsperiode und gleichzeitig mit ihren Mutterblättern; die Schlafknospen entwickeln sich erst das folgende Jahr.

39) Zu §. 688. S. 125. Diese Stellung der Blätter hat, so viel mir bewusst ist, bisher nirgends Erwähnung gefunden.

40) Zu §. 692. S. 128. Es ist zu den angeführten Beispielen unter vielen andern auch noch Hippuris vulgaris zu erwähnen. Vergl. *Wiggers* „Primit. Fl. Holsat.“ 1.

41) Zu §. 693. S. 130. Die bloss mathematische Betrachtungsweise der Blattstellung hat die anatomischen Verhältnisse, welche dabei obwalten, sehr vernachlässigt. *Dutrochet* und *Ad. Brongniart* („Comptes rendus.“ XXVII. No. 3. 1848. p. 68—76.) haben zuerst versucht, die Blattstellung aus dem Bau der Pflanzen zu erklären. Ich muss den Leser auf die citirte Schrift verweisen. Ich selbst habe meine Mittheilungen aus eigener Anschauung geschöpft und verweise hinsichtlich der weitern Ausführung auf den anatomischen Theil dieses Werkes (§. 822 fg.). Ich bin dabei zu der Ueberzeugung gelangt, dass der Bau des Stengels gar nicht genau gefasst werden kann ohne Berücksichtigung der Blattstellung.

42) Zu §. 700. S. 133. Die Angaben, nach welchen es Baobabbäume am Senegal gäbe, deren Alter auf 5000—6000 Jahre geschätzt werde, sind nach einem Artikel im „Echo du monde savant“ (3. December 1843.) übertrieben. *L. Deslongchamps* berichtet hier, dass diese Bäume schnell wachsen und jährlich zwei Jahrringe ansetzen, weil am Senegal zwei trockne Jahreszeiten die Vegetation unterbrechen. Die erste sichere Nachricht über diese Bäume rührt von *Adanson* her, welcher das Alter eines derselben nach der Zahl seiner Holzringe auf 800 Jahre geschätzt hatte. Da aber in

einem Jahre zwei Holzringe gebildet werden, so reducirt sich das Alter auf 400 Jahre.

43) Zu §. 700. S. 136. Die Bestimmung des Stengels im engern Sinne, nach der Dauer, habe ich hier nach *Schleiden* aufgenommen. Schärfer ist diejenige, welche ich nach den anatomischen Verhältnissen im sechsten Buche §. 827. begründet habe.

44) Zu §. 707. S. 140. Anatomisch unterscheidet sich der Knollenstamm der Cacteen dadurch, dass sich das Rindenparenchym vorherrschend entwickelt, indem es continuirlich durch Zellenvermehrung wächst, während bei andern Knollenstämmen entweder das Mark vorherrschend sich ausbildet (Kohlrabi), oder Mark und Rinde zugleich, und dabei so mit einander in Eine Parenchymmasse verschmelzen, dass der Holzkörper gar nicht zur Entwickelung kommt, indem die Gefässbündel, welche ihn bilden würden, sich vereinzeln und durch weite Parenchymmassen von einander getrennt sind. Dieser letzte Fall kommt bei der Kartoffel vor. Da wir in allen hier erwähnten Fällen als Ursache der Knollenbildung das Parenchym kennen gelernt haben, so können wir auch in Bezug auf die obigen Beispiele sagen, dass bei Cacteen der Rindenkörper, beim Kohlrabi der Markkörper, bei der Kartoffel der Holzkörper verknollt. Die Cacteen haben demnach einen centralen, der Kohlrabi einen peripherischen, die Kartoffeln gar keinen Holzkörper.

45) Zu §. 720. S. 146. *Irmish* („Zur Morphologie der Knollen- und Zwiebelgewächse u. s. w.“ S. 246.) sagt: „Die Knospe ist kein Organ, sondern bloss ein Zustand — der frühere — eines Organs oder Organcomplexes“ u. s. w. Die Blume ist jedoch ebenfalls ein früherer Zustand eines Organcomplexes und wir betrachten sie dennoch auch als ein Organ, und zwar als ein zusammengesetztes. Dass die Knospe mehr als ein Zustand ist, geht daraus hervor, dass sie, wie jedes Organ, mehrere Entwickelungszustände unterscheiden lässt. Diese auf einander folgenden Zustände führen sie so allmälig in den Spross über, dass man nicht sagen kann, wo die Knospenzustände aufhören und die Sprosszustände anfangen.

46) Zu §. 723. S. 147. Man kann die schlafenden Winterknospen unserer Bäume auch als Wintersprosse betrachten, die im voraufgehenden Sommer angelegt werden und am Ende der Winterperiode ihre Entwickelung vollenden. Der Winterspross ist ein Stauchspross, der nur Schuppenblätter trägt. Diese sind in der That entwickelt und fallen im Frühling, wo die Entwickelung des Wintersprosses vollendet ist, ab, wie die Laubblätter im Herbst, wenn der Sommerspross vollendet ist. Ist diese Deutung richtig, so ist der Schuppenspross gar nicht mit zur Knospe zu zählen, sondern als selbständiger Pflanzentheil aufzuführen. Solche Bäume sind alsdann aus Doppelsprossen zusammengesetzt, wovon man den einen als Nieder-, den andern als Hochspross bezeichnen kann. Der Niederspross ist ein Stauchling mit Schuppenblättern, welcher im Winter nur eine Terminalknospe entwickelt, aus welcher der Sommerspross hervorgeht; dieser ist gewöhnlich ein Schoss mit Laubblättern, welcher im Sommer Axillarknospen entwickelt, aus denen wieder Stauchlinge als sogenannte Winterknospen hervorgehen. So wechselt nur der Baum seine Tracht. Er ist im Winter nur entlaubt, nicht entblättert; im Sommer ist er dagegen entschuppt. Dass diese Winterperiode auch in den Stämmen ihre Winter-Holzschicht bildet, wie die Sommerperiode ihre Sommer-Holzschicht, davon kann man sich bei der

Untersuchung eines perennirenden Stammes im Winter überzeugen (Vergl. §. 827.). Auf Buxus passt indessen diese Ansicht nicht.

47) Zu §. 727. S. 149. Vergl. *Linnaei* „Philosophia bot.“ Stockholm. 1751. p. 51.

48) Zu §. 745. S. 168. Die Pollenblüthen werden seit *Linné* von den Schriftstellern gewöhnlich männliche (flores masculi), die Keimblüthen weibliche Blumen (flores feminei) genannt.

49) Zu §. 774. S. 192. Ich verweise hier auf *Hugo v. Mohl's* Beobachtungen über die Umwandlung von Antheren in Carpelle. „Vermischte Schriften.“ S. 28 fg.

50) Zu §. 776. S. 194. Vergl. *Miquel*, „Monogr. cycadearum. Trajecti ad Rhen.“ 1842. S. 8. und *Zuccarini* in den „Abhandlungen der Academie zu München.“ III. S. 794.

51) Zu §. 779. S. 196. In der Bestimmung der Carpelle weiche ich etwas von dem bisherigen Gebrauche ab, indem ich den Begriff weiter ausdehne. So nennt man z. B. bei Früchten gewöhnlich nur diejenigen Theile Carpelle, welche die Fruchthülle bilden, während ich auch noch diejenigen Theile dazu rechne, welche die Samenknospen hervorbringen und tragen.

52) Zu §. 780. S. 197. „Manche Pflanzen lassen eher ihr Leben, als dass sie auch nur einen Blumen-Wirtel, ja nur einen Blumentheil aufgäben; andere hingegen fügen sich sehr geschmeidig in die äussern Umstände.“ *Roeper*, „Zur Flora Mecklenburgs.“ II. S. 122.

53) Zu §. 781. S. 201. Kurz vor dem Abdruck dieses §. erhalte ich *Wydler's* neueste Arbeit „Ueber die symmetrische Verzweigungsweise dichotomer Inflorescenzen.“ „Flora.“ 1851. No. 19—28. Diese Abhandlung enthält alles von dem Verfasser schon früher Erörterte im Zusammenhange dargestellt und mit vielen Beispielen erweitert. Ich muss sie wegen ihres gediegenen und reichen Inhaltes Jedem empfehlen, der an der morphologischen Betrachtungsweise der Pflanzen Interesse nimmt.

54) Zu §. 783. S. 203. Nach *Schleiden* sind die Antheren der Compositen nicht wirklich verwachsen, sondern nur mit ihren Rändern zusammengeklebt.

55) Zu §. 794. S. 215. Die Carpelle geben vor allen andern Pflanzenorganen eine unerschöpfliche Quelle für morphologische Streitigkeiten ab. Früher hielt man sie nur für Blätter. Erst *Fenzl*, *Endlicher* und *Schleiden* erklärten die sogenannte „Placenta“ für Stengelgebilde. *v. Mohl* („Verm. Schriften.“ S. 95.) hält diese Ansicht für eine einseitige Uebertreibung. Dieser Meinung schloss sich auch *Bernéoud* an. Andere dagegen halten es mit den Ansichten *Schleiden's* u. s. w. Ich bin in meinen Darstellungen noch weiter gegangen, als *Schleiden*. Ich war dazu gezwungen durch die sechs Sätze, welche aus den morphologischen Verhältnissen des Grundstocks gezogen und im §. 786. enthalten sind. Wenn man die Blumentheile nicht einseitig deuten will, so muss man bei ihrer Betrachtung die voraufgegangenen Gebilde als die einzige Grundlage ansehen, aus denen jene erklärt werden können, denn die Blumentheile sind aus dem Grundstock hervorgegangen. Man befindet sich in einem logischen Widerspruch, wenn man bei dem Laubstamm sich mit aller Energie gegen die Annahme stemmt, dass er aus verwachsenen Blättern oder Blattstielen gebildet sei, während man das Verwachsen der Blattkreise zu einem (doch nur hohlen) Stengel-

gebilde bei der Blume und namentlich beim Pistill und der Frucht ganz in der Ordnung findet. Dass man ein solches Gebilde nicht Stengelgebilde, sondern Kelch- oder Blumenröhre nennt, ändert gar Nichts an der Sache.

56) Zu §. 807. S. 229. Nach *Schleiden* dehnt sich eine einzelne Zelle des Knospenkerns übermässig aus, verdrängt nach und nach einen grössern oder geringern Theil des Parenchyms, welches verflüssigt und aufgesogen wird, und bildet eine von einer einfachen, structurlosen Zellenmembran ausgekleidete Höhle im Innern des Knospenkerns. S. dessen „Grundzüge der wissenschaftlichen Botanik." II. 3. Aufl. S. 351.

Nach *Knorz* („Bot. Zeit." 1848. S. 273.) findet sich „im Innern des Knospenkerns schon in sehr frühen Zuständen, vielleicht schon gleichzeitig mit Entstehung des Eies überhaupt, eine zähe, trübe, granulose Masse (Protoplasma, Cambium), welche bei vielen Pflanzen unter der Form eines Stranges erscheint und immer bis zur Chalaza reicht." Aus dieser Masse bildet sich der Embryosack, „indem sich ihre Peripherie zu einer granulosen Membran umwandelt, innerhalb welcher gleichsam durch Schmelzung der zähern Masse eine hellere, durchsichtigere, mit Körnchen gemengte Flüssigkeit sich bildet."

57) Zu §. 808. S. 230. Die *Amici*'sche Mittheilung findet sich in den „Memorie della Soc. ital." Tom. XIX. (1823.) p. 253—257. Das Wesentliche davon ist auch in einer Anmerkung in *Robert Brown's* vermischten bot. Schriften. IV. p. 190. enthalten.

58) Zu §. 808. S. 230. Die Arbeiten *Brongniart's* und *Robert Brown's* findet man in des letztern vermischten Schriften, herausgegeben von *Nees v. Esenbeck.* Nürnberg. (1830.) IV. p. 167 fg. und (1834.) V. p. 117 fg. und 209 fg. In dem letzten Bande handeln die Verfasser besonders von der Befruchtung der Orchideen und Asclepiadeen. Den Schluss des Bandes bilden die Nachträge dazu.

59) Zu §. 808. S. 232. Die Beobachtungen der genannten Forscher findet man in folgenden Schriften:

1. von *Wydler* in der „Bibliothèque univers. de Genève." 1838. Octbr., und „Annal. des scienc. ant." XI. p. 142.
2. von *Griffiths* in d. „Transact. of the Royal society." Vol. XVIII.
3. von *Tulasne* in d. „Compt. rend." T. XXIV. No. 24. 14. Juin. 1847.
4. von *Schacht* in d. „Entwickelungsgeschichte des Pflanzen-Embryon." Eine durch die 1. Kl. des K. Niederl. Institutes gekrönte Preisschrift. Mit 26 color. Tafeln. Amsterdam. 1850.
5. von *Knorz* in der „Bot. Zeitg." 1848. S. 273.
6. *Schleiden's* Beobachtungen sind in dessen „Grundzüge der wissensch. Botanik" II. enthalten.

60) Zu §. 808. S. 232. Die spätern Ansichten *Amici's* und *v. Mohl's* sind in der „Bot. Zeitg." 1847. Sp. 364 fg. und Sp. 465 fg. dargelegt. — *Hofmeister's* Untersuchungen sind in der „Bot. Zeit." 1847. Sp. 785 fg. und in dessen Werke: „Die Entstehung des Embryo der Phanerogamen u. s. w." Leipzig. 1848. enthalten.

61) Zu §. 809. S. 234. Unter verschiedenen Abhandlungen und Schriften, welche über die Entwickelung des Keims der Monocotyledonen handeln, führe ich nur an: *Ad. de Jussieu* sur les embryons monocotylédones, in d. „Annal. d. scienc. nat." Juin. 1839.

Ganz kürzlich hat auch *W. Hofmeister* („Bot. Zeitg." 1852. 8. Stück.) Beobachtungen über die Entwickelung des Keims von Zostera bekannt gemacht. Er ist dabei zu dem merkwürdigen Resultate gelangt, dass die eigentliche beblätterte Axe des Embryo eine secundäre Bedeutung habe, indem sie einem thallusartigen Zellenkörper entspringe, welcher als die blattlose Axe erster Ordnung anzusehen sei. Dasselbe nimmt der Verfasser bei Ruppia an und er hält den gleichen Entwickelungsgang auch bei andern Monocotyledonen für wahrscheinlich. Er findet deshalb die schlagendste Uebereinstimmung der Entwickelung der Monocotyledonen mit dem Bildungsgange des Keimlings der Gefässkryptogamen. Vergl. Anmerkung 37.

62) Zu §. 813. S. 238. Vergl. „Bot. Zeitg." 1845. S. 118.

63) Zu §. 816. S. 240. Vergl. *Charles Lory* in d. „Annal. des scienc. nat." Tom. VIII. 1847. p. 158—172.

64) Zu §. 820. S. 243. Vergl. *v. Buch*, über Blattnerven und die Gesetze ihrer Vertheilung in d. „Monatsbericht d. Acad. d. W. zu Berlin." Januar. 1852. p. 42. Einfache Randläufer zeigt z. B. Carpinus Betulus, Randläufer mit Tertiärzweigen: Corylus Avellana; Bogenläufer: Lamium rubrum (Taf. 30. Fig. 8.); Spitzläufer: die Alsineen (Taf. 27. Fig. 3.); Saumläufer: Banksia attenuata.

65) Zu §. 822. S. 244. Die Gefässbündel sind im eigentlichen Holzkörper, selbst bei flachen blattartigen Stengeln (z. B. Phyllanthus), immer so gestellt, dass sie einen Mark-Cylinder, Mark-Kegel, oder ein Mark-Prisma einschliessen.

66) Zu §. 824. S. 246. Vergl. *H. v. Mohl's* vermischte bot. Schriften. p. 131 und 190.

67) Zu §. 824. S. 247. Vergl. „Flora." 1836. II. p. 577.

68) Zu §. 824. S. 247. Vergl. dessen vermischte bot. Schr. p. 212.

69) Zu §. 825. S. 249. Vergl. dasselbe Werk, p. 132.

70) Zu §. 829. S. 254. Vergl. a) *Gaudichaud*, „Recherches sur l'organographie, la physiologie et l'organogénie des végétaux." Paris. 1841. — b) *A. de Jussieu*, „Monographie des Malpighiacées." Paris. 1843. — c) *H. Crüger*, „Einige Beiträge zur Kenntniss von sogenannten anomalen Holzbildungen des Dicotyledonenstammes." „Bot. Zeit." 1850. S. 97. — 1851. S. 465. — d) *Treviranus*, „Ueber einige Arten anomalischer Holzbildung bei Dicotyledonen." „Bot. Zeit." 1847. S. 377.

71) Zu §. 831. S. 258. Vergl. *v. Mohl's* vermischte bot. Schr. p. 156.

72) Zu §. 833. S. 262. Vergl. dessen Schrift: „Zur Entwickelungsgeschichte des Pollens bei Phanerogamen." Zürich. 1842. p. 11.

73) Zu §. 837. S. 267. Ueber die Bewegungen der Pflanzen und ihrer Glieder ist sehr viel geschrieben worden. Man hat in ihnen zum Theil eine Aehnlichkeit mit den thierischen Bewegungen gefunden. In der That kann auch Niemand angeben, worin der Unterschied zwischen den Bewegungen des Herzens und der Blättchen bei Hedysarum gyrans besteht, obschon das Herz der Thiere eine andere Form und Structur besitzt, als ein Pflanzenblatt. Der Sitz der Bewegung ist zwar bei Hedysarum u. s. w. in der Zellenhaut, bei den Thieren in der Muskelfaser; aber wir sehen, dass gewisse Zellenhäute ebenfalls aus Fasern bestehen, und wir können keineswegs mit Gewissheit behaupten, dass Zellenwände, die unter der stärksten Vergrösserung als homogene Hautflächen erscheinen, wirklich auch homogen sind.

Die scheinbar homogene Membran der jungen Pflanzenzelle mit ihren organischen Urformen steht in der That in ähnlichem Verhältniss zu unserm mikroskopischen Auge, wie das grüne Saatfeld, von einer fernen Anhöhe betrachtet, zu dem gewöhnlichen Auge. Ueber die Ursache der angeführten Bewegungen und über die nähern, dabei vorkommenden Erscheinungen wissen wir noch gar nichts Bestimmtes, obschon man sich viele Mühe gegeben hat, dieselben aufzufinden. Wer sich specieller über die Bewegungen der Pflanzen unterrichten will, findet dieselben ausführlicher betrachtet in folgenden Werken:

1. „Natuurkundige Verhandelingen van de Hollandsche Maatschappij der Wetenschappen te Haarlem." II. Deel. Haarlem. 1835. p. 309—346. und: „Tijdschrift voor natuurlijke Geschiedenis en Phys." 1837. IV. p. 106—131. — In beiden Zeitschriften hat *M. Dassen* seine Beobachtungen über Blattbewegungen mitgetheilt und zugleich die frühere Literatur über diesen Gegenstand gesammelt.
2. *Meyen.* Von den Bewegungen und Empfindungen der Pflanzen in dessen „Neues System der Pflanzenphysiologie." III. Berlin. 1839. S. 473 fg. Auch in dieser Schrift sind die Arbeiten Anderer fleissig benutzt worden. Sie muss aber mit grosser Vorsicht gelesen werden, indem der Verfasser sich den Anschein gibt, als löse er das Räthsel, während er sich in dasselbe verwickelt.

Ausserdem findet man zahlreiche, hierher gehörige Beobachtungen im zweiten Bande von *De Candolle's* „Pflanzenphysiologie." A. d. Französ. u. s. w. von *J. Roeper.* Stuttg. u. Tüb. 1835. II. III. und VI. Capit. Ueber die Bewegung und den Bau der Honiglippe von Megaclinium falcatum hat *Ch. Morren* geschrieben in den „Nouv. Mém. Acad. Bruxelles." 1842. Ein Auszug davon ist in den „Annales d. sc. nat. T. XIX. Bot.", so wie in der „Botanischen Zeitg." 1844. S. 611. enthalten. Andere, diesen Gegenstand betreffende Schriften werden noch weiter unten angeführt werden.

Wenn ich in dem §. 837. und anderwärts von einzelligen Algen spreche, so verbinde ich damit nicht den systematischen Begriff, wie er von *Naegeli* aufgestellt worden, sondern ich meine wirkliche einzellige Individuen, gleichviel ob sie einen sogenannten specifischen oder bloss transitorischen Werth haben.

74) Zu §. 838. S. 268. Man spricht wohl auch bei der Fortpflanzung und Entstehung der Pflanzen von einem „specifischen Bildungstriebe". Man hat aber hiermit nur einen Ausdruck für eine unklare Vorstellung gewonnen, unter dem sich am Ende Jeder denken kann, was er will. Der Ausdruck „Bildungstrieb" kann als das Princip einer organischen Formenreihe nur dann einen Sinn haben, wenn man sich darunter eine Bewegung von einer bestimmten Form denkt, welche sich auf gewisse Stoff- und Massentheilchen überträgt, auf diese Weise wiederholt und so immer weiter fortpflanzt. Es ist klar, dass diese Bewegung nach verschiedenen Seiten hin und bei dem Uebergang auf verschiedenartige Massentheilchen, so wie durch den Einfluss anderer Bewegungen, auf die sie stösst, auch danach modificirt werden muss. So entsteht ein Complex von Bewegungen, deren Resultat eben eine complicirte Form sein muss. Wir sehen hieraus, dass wir durch die Annahme eines besondern Bildungstriebes gar Nichts gewinnen; denn die Zurückführung der Gestalten auf die Bewegung, als das Grundphänomen

aller Körperbildung, und die Uebertragung derselben von Glied zu Glied, und hierdurch von Individuum zu Individuum, macht die Annahme eines besondern Bildungstriebes ganz überflüssig.

75) Zu §. 839. S. 268. „Der Ausdruck Klima bezeichnet in seinem allgemeinsten Sinne alle Veränderungen in der Atmosphäre, die unsere Organe merklich afficiren: die Temperatur, die Feuchtigkeit, die Veränderungen des barometrischen Drucks, den ruhigen Luftzustand oder die Wirkungen ungleichnamiger Winde, die Grösse der electrischen Spannung, die Reinheit der Atmosphäre, oder ihre Vermengung mit mehr oder minder schädlichen gasförmigen Exhalationen, endlich den Grad habitueller Durchsichtigkeit und Heiterkeit des Himmels, welcher nicht bloss wichtig ist für die vermehrte Wärmestrahlung des Bodens, die organische Entwickelung der Gewächse und die Reifung der Früchte, sondern auch für die Gefühle und ganze Seelenstimmung des Menschen.“ Kosmos. I. 340.

76) Zu §. 841. S. 269. Vergl. „Handbuch der Chemie von *L. Gmelin*.“ I. (4. Aufl.) p. 95 fg.

77) Zu §. 841. S. 270. Ausführlich findet man diesen Gegenstand behandelt in folgenden Werken:

1. *Liebig*, „Die Chemie in ihrer Anwendung auf Agricultur und Physiologie.“ 5. Aufl. Braunschweig. 1843.
2. *G. J. Mulder*, „Versuch einer allg. physiol. Chemie.“ N. d. Holländischen bearb. von Dr. *Kolbe*. Braunschweig. 1844.
3. *Strumpf*, „Neueste Entdeckungen der angewandten Chemie.“ II. Bd. Berlin. 1851. — (Enthält die neuern Versuche von *Magnus*, Fürst zu *Salm-Horstmar*, *Boussingault* und andern Naturforschern).

78) Zu §. 842. S. 270. Nach den Versuchen von *Soubeiran* scheint es erwiesen, dass humussaure Salze von den Pflanzen aufgenommen werden. *Erdmann's* Journ. d. pract. Chemie. 1850. L. Bd. p. 103.

79) Zu §. 842. S. 271. Vergl. *De Candolle's* Pflanzen-Physiologie. Aus d. Franz. von *Joh. Roeper*. II. 1835. S. 9.

80) Zu §. 843. S. 272. Vergl. a) *Martens*, in „Bulletin de l'Acad. roy. de Bruxelles.“ 1837. — b) *Bernhardi* in *Otto's* und *Dietrich's* Gartenzeitung. 1840. p. 249. — c) *Regel* in „Bot. Zeit.“ 1843. p. 537. — d) *A. Braun*, „Verjüngung in der Natur.“ p. 329. Nota.

Ausführlicheres über die Bastarde der Phanerogamen findet man bei *De Candolle* a. a. O. II. 368., wo auch die Literatur angegeben ist. Das Neueste ist in *Gärtner's* Werk über die Bastarderzeugung im Pflanzenreich (Stuttgart. 1849) enthalten.

81) Zu §. 843. S. 273. Vergl. *A. Braun*, a. a. O. p. XI und 332. — Ausführlicher über das Pfropfen handelt *De Candolle* a. a. O. II. 500.

82) Zu §. 845. S. 274. Vergl. *v. Mohl*, „Ueber den Bau der Ranken- und Schlingpflanzen.“ Tübingen. 1827. 4. S. 64. 65 fg.

83) Zu §. 846. S. 275. Vergl. *De Candolle* a. a. O. p. 261 fg.

84) Zu §. 846. S. 276. Dass durch Adhäsionsströme pflanzenähnliche Gestalten auch aus mineralischen Lösungen entstehen, beweisen die Dendriten, ferner die Efflorescenzen der Salzlösungen an Wänden und Abrauchschalen in den chemischen Laboratorien, die *Runge*'schen Bilder, welche sich durch chemische Zersetzungen verschiedener Lösungen auf weissem Fliesspapier bilden u. s. w. Aber auch die Electricitätsströme zeigen ähn-

liche Wirkungen hinsichtlich der Anordnung der Massentheilchen, wie die *Lichtenberg*'schen Figuren einerseits, und der Bleibaum (arbor saturni der Alchemisten) andererseits zeigen. Ich kann daher auch in dem vegetabilischen Wachsthumsprocess keine besondere „Erhebung über das Irdische, bloss Passivphysikalische" (*A. Braun*, a. a. O. 117.) sehen, wenn man unter dem letztern nicht speciell die Wirkungen der Schwere versteht.

85) Zu §. 849. S. 279. Vergl. *Th. de Saussure*, de l'action des fleurs sur l'air, et de leur chaleur propre. — „Annales de Chimie et de Phys." 1822. Tom. XXI. p. 279. — Man findet diese und noch viele andere Versuche auch in *Gmelin's* Handbuche der theoretischen Chemie unter der Ueberschrift „Chemische Pflanzenphysiologie" zusammengestellt.

86) Zu §. 849. S. 279. Ueber das Reifen der Früchte. „*Erdmann's* Journ." 1845. No. 15. 16. p. 479. — „Journ. de Chim. med." Mars. 1845. p. 132.

87) Zu §. 849. S. 280. Es soll mit der folgenden Darstellung nur die Möglichkeit der Zuckerbildung aus den Pflanzensäuren durch die Aufnahme von Sauerstoff bewiesen werden. Vergl. auch *Liebig* „Agric. Chem." 5. Aufl. p. 185.

88) Zu §. 851. S. 281. Vergl. „Monatsbericht der K. Preuss. Acad. d. W. zu Berlin." Februar 1850. p. 69. 70.

89) Zu §. 852. S. 281. *Liebig*, „Agric. Chem." 5. Aufl. p. 79. 156. — Nach *Boussingault* besteht eine der Wirkungen des Gypses darin, dass alle mineralischen Substanzen sich in den Ernten mehren, namentlich Kalk und Schwefelsäure. Dasselbe bestätigt *Caillat*, „Comptes rendus." 1849. Aug. No. 6. Octbr. No. 17.

90) Zu §. 852. S. 281. Vergl. *Schleiden's* „Grundzüge u. s. w." II. 466.

91) Zu §. 853. S. 282. In höchst auffallender Weise habe ich den Einfluss der Stürme an dem Baumwuchs auf dem Karst und auf der Nordsee-Insel Wangerooge wahrgenommen. Weder auf den Alpen noch auf dem Brocken sind die Wirkungen so auffallend, wahrscheinlich weil hier die Winde nicht so vorherrschend von einer Gegend her wehen; denn so entschieden als auf dem Karst die „Bora", eben so entschieden herrscht auf den Nordsee-Inseln der Südwest.

92) Zu §. 853. S. 282. Vergl. *Lund's* Reise durch die Nordlande und West-Finnmarken im Sommer 1841, im „Archiv skandinavischer Beiträge z. Naturgesch. Von *Hornschuch*. Greifswald. 1845. S. 101.

93) Zu §. 854. S. 284. „Wenn man in der thermischen Scala der Culturarten von denen anhebt, die das heisseste Klima erfordern, also von der Vanille, dem Cacao, dem Pisang und der Cocospalme zu Ananas, Zuckerrohr, Kaffee, fruchttragenden Dattelbäumen, Baumwolle, Citronen, Oelbaum, ächten Kastanien, trinkbarem Weine herabsteigt; so lehrt die genaue geographische Betrachtung der Culturgrenzen gleichzeitig in der Ebene und an dem Abhange der Berge, dass hier andere klimatische Verhältnisse als die mittlere Temperatur des Jahres wirken. Um nur des einzigen Beispiels des Weinbaues zu erwähnen, so erinnere ich, dass, um trinkbaren Wein hervorzubringen, nicht bloss die Jahreswärme $9^{\circ}\,{}^{1}\!/_{2}$ übersteigen, sondern auch einer Wintermilde von mehr als $+\ 0^{\circ},5$ eine mittlere Sommertemperatur von wenigstens 18° folgen muss. Bei Bordeaux am Flussthale der Garonne (Br. $44^{\circ}\ 50'$) sind die Temperaturen des Jahres, des Winters, des Sommers

und des Herbstes 13°,8; 6°,2; 21°,7; 14°,4. In den baltischen Ebenen (Br. 52° ½), wo ungeniessbare Weine erzeugt, und doch getrunken werden, sind diese Zahlen 8°,6; — 0°,7; 17°,6; 8°,6." Kosmos. I. p. 350.

94) Zu §. 855. S. 286. Vergl. *Schmitz* in d. „Linnaea." 1843. p. 454. 475 fg.

95) Zu §. 855. S. 286. Vergl. *Gardener's* Versuche in *Silliman's* americ. Journ. XLVI. 1. — und „Philos. Magaz." XXIV. 1.

96) Zu §. 855. S. 286. „Ueber den Einfluss des Sonnenlichts auf die chemische Thätigkeit des Sauerstoffs u. s. w. von *C. F. Schönbein.*" Basel. 1850. — Im Auszuge in „*Erdm.* Journ." 1850. No. 21. p. 267.

97) Zu §. 855. S. 286. Ueber den Einfluss der Sonnenfinsterniss vom 28. Juli 1851, vergl. „Bot. Zeitg." 1851. S. 577—649 fg.

98) Zu §. 855. S. 287. „Philosophia bot." Stockh. 1751. p. 272. 274. (§. 335.)

99) Zu §. 856. S. 287. „Φυτοπιναξ." Basil. 1671. p. 369. „quod omnes fungi et tubera, maxime ea, quae edenda sunt, a tonitribus et pluvioso coeli statu frequentius nasci soleant".

100) Zu §§. 850. 855. und 859. S. 280. 285. 289. Ich muss hier auf eine sehr interessante Abhandlung von *Cloëz* und *Gratiolet* verweisen, welche Untersuchungen über die Vegetation unter dem Wasser lebender Pflanzen enthält („Annal. de Chim. et de Phys." XXXII. p. 41. und „*Erdm.* Journ." 1851. LIII. p. 181.). Die Verfasser geben zuerst einen kurzen historischen Abriss über die frühern Versuche von *Bonnet*, *Ingenhouss*, *Priestley*, *Senebier*, *Saussure* bis auf *Boussingault*, und theilen dann ihre eigenen Versuche mit, welche sie mit Potamogeton perfoliatus, crispus, Ceratophyllum submersum, Myriophyllum spicatum und Najas maxima anstellten. Dabei wurden gewisse äussere Verhältnisse mit berücksichtigt, wie z. B. die Intensität des Lichtes, die Temperatur, Wasser mit und ohne Kohlensäure und Luftgehalt u. s. w. Die wichtigsten Resultate sind in der Kürze folgende:

a) Die Wasserpflanzen geben im Dunkeln keine Kohlensäure ab, wie man bisher nach den Versuchen von *Ingenhouss* und *Saussure* angenommen. Wenn Kohlensäure ausströmt, so rührt sie aus den von der Pflanze absorbirten Flüssigkeiten her. (Nur beim Keimen, dem Blühen und der Fruchtreife findet diese Erklärung keine Anwendung, weil hier die Kohlensäureentwickelung mit der Sauerstoffaufnahme zusammenhängt. §. 849.)

b) Im Sonnenlichte entwickeln dieselben Pflanzen eine grosse Menge Sauerstoff, welcher je nach der Intensität des Lichtes und der Quantität der im Wasser gelösten Kohlensäure mehr oder weniger rein ist.

c) Das im Sonnenlichte entwickelte Gas enthielt um so mehr Sauerstoff, je lebhafter die Reduction der Kohlensäure in den Pflanzen sich zeigte.

d) Das Maximum der Einwirkung zeigte sich bei dem mattgeschliffenen ungefärbten Glase; nach diesem kam das gelbe, dann das farblose durchsichtige, das rothe, das grüne und zuletzt das blaue Glas.

e) Die Temperatur war dabei unter dem farblosen durchsichtigen Glase stets um einige Grad höher, als unter dem mattgeschliffenen Glase. Die Zersetzung der Kohlensäure durch das Sonnenlicht beginnt in einem Mittel, dessen Temperatur nicht unter + 15° beträgt; sie scheint bei + 30° ihr Maximum zu erreichen. Dieselbe Zersetzung geht in einem Mittel, dessen

Temperatur von + 30° an abnimmt, noch bei + 14, 13, 12 und 11° vor sich und hört bei + 10° auf.

f) Im Wasser, welches durch Sieden von der Luft befreit, aber mit etwas Kohlensäure imprägnirt war, welche immer in der Weise zugeführt wurde, dass das Wasser ungefähr stets dieselbe Menge davon enthielt, ging die Gasentwickelung in den ersten Tagen rasch vor sich, liess aber dann nach und war am achten Tage unmerklich. Das aufgefangene Gas war ein Gemenge von Sauerstoff und Stickstoff, und zwar so, dass das Gasgemenge des ersten Tages den meisten, das des letzten Tages den wenigsten Stickstoff enthielt. Die mit den Pflanzen angestellten Analysen zeigten, dass sie beim Vegetiren in luftfreiem Wasser eine beträchtliche Menge Stickstoff auf Kosten ihrer eignen Substanz verloren. Dabei wurden die Pflanzen theilweise entfärbt. Die Verfasser vermuthen daher, dass zwischen dem Aushauchen von Sauerstoff und der Zersetzung eines stickstoffhaltigen Bestandtheils (vielleicht der grünen Substanz der Blätter) eine innige Beziehung stattfinde.

g) Der Stickstoff der Luft, welchen das Wasser gelöst enthält, scheint zur Ausgleichung des Verlustes an Stickstoff bei der Pflanze bestimmt zu sein; seine Gegenwart ist unbedingt nothwendig.

h) Ammoniak und Ammoniaksalze, im Wasser in der Menge von 0,0001 gelöst, bewirkten sehr bald den Tod der Pflanzen. Die Verfasser vermuthen indessen, dass diese „Dosis" zu stark war, und betrachten deshalb diese Frage nicht als erledigt.

i) Die Salze und die Luft, welche sich nebst der Kohlensäure in den natürlichen Wassern finden, sind zur dauernden Entwickelung jener oben erwähnten und im Lichte sich entbindenden Gasarten nothwendig.

k) Die Absorption der Kohlensäure geht nur auf der obern Fläche der Blätter vor sich. Die Verfasser schliessen dies daraus, dass die obere Seite der Blätter von Potamogeton, welche in Wasser vegetiren, welches kohlensauren Kalk enthielt, mit einer Kruste des letztern überzogen war, während die untere Seite stets vollkommen rein blieb. Auch ich habe diese Erscheinung an Potamogetonen gefunden, welche in kalkhaltigen stehenden Gewässern vegetirten.

l) Wenn man den mittlern Theil eines Stengels von Potamogeton oder Ceratophyllum in kohlensäurehaltigem Wasser horizontal der Sonne aussetzt, so bemerkt man nach einigen Augenblicken aus dem Wurzelabschnitt des Stengels Gasblasen sich entwickeln, während dies an dem andern Ende unbedeutend und in gewissen Fällen gar nicht zu bemerken ist. Die Verfasser schliessen hieraus, dass der von der Zersetzung der Kohlensäure herrührende Sauerstoff seinen Lauf beständig von den Blättern nach den Wurzeln nehme.

101) Zu §. 859. S. 289. Vergl. Ueber die Zusammensetzung der Atmosphäre. Von *B. Lewy*. Im Auszug aus d. „Compt. rend." XXXIII. p. 345. in „*Erdm*. Journ." 1851. LIV. p. 249.

102) Zu §. 859. S. 290. Ich theile hier eine Stelle aus *Berghaus*' allgemeiner Länder- und Völkerkunde. II. Bd. Stuttgart. 1837. p. 308. mit:

„Die Ausrodung der Wälder, bemerkt *Malte Brun*, kann zuweilen eine Wohlthat für ein Land sein, indem sie demselben eine freiere Luft-Circulation verschafft; allein zu weit getrieben, wird sie eine Geissel, die ganze

Länder verheert. Dass — heisst es bei *Kasthofer* — die immer weiter um sich greifende Entblössung des Schweizer Hochgebirgs von Waldungen Ursache sei der grösser werdenden Dürre unserer Sommer, geht aus der Bestimmung der Baumblätter hervor, die wässerigen Dünste an sich zu ziehen und durch Ziehkraft gegen die Wolken diese von Electricität und von Wasser zu entladen. Das Versiegen so vieler Quellen und die grössere Seltenheit des Regens in den Staaten von Kentucky und Tennesee, seitdem durch Ausrodung der alten Wälder das Land zu sehr von den Bäumen entblösst worden, berechtigt zu ähnlichen Schlüssen auf unsere Alpen, wo immer mehr über Trockniss der Sommer und steigende Unfruchtbarkeit geklagt wird, wiewol in dem verflossenen Halbjahrhunderte (bis 1830) keine Veränderung im Rheinwasserstande merklich gewesen ist. Die Waldungen, fährt *Kasthofer* fort, verursachen Unfruchtbarkeit auf nassem Wege, wenn sie in zu grossen Massen über die Länder verbreitet sind; und Unfruchtbarkeit entsteht auch auf trocknem Wege, wo die Wälder zu sehr geschwächt wurden. Das Beispiel der Capverdischen Inseln, von Irland und Jütland, die von Waldungen zu sehr entblösst worden, und von dem Innern Amerikas, wo sie noch zu ausgedehnt sind, deutet in der Vergleichung auf beide Extreme."

„In Nieder-Aegypten — hat man behauptet — regnete es sonst nie: ist dies auch übertrieben, so war der Regen doch verhältnissmässig nicht sehr häufig. In den Monaten November 1761 bis Februar 1762 hat *Niebuhr* in Cairo zwölf Tage aufgezeichnet, an denen es regnete; eben so finden sich in dem meteorologischen Tagebuch, welches *Coutelle* während der Bonaparte'schen Besetzung Aegyptens ein ganzes Jahr lang in Cairo führte, nur sieben Regentage, die in den Monaten Januar, April und Mai vorkamen; ja der Marschall *Marmont* sah in Alexandrien, wo er vom November 1798 bis August 1799 Commandant war, nur ein einziges Mal eine halbe Stunde lang regnen. Als derselbe Beobachter sechsunddreissig Jahre später (nicht als feindlicher General, sondern als friedlicher, einfacher Reisender) Aegypten wieder betrat, fand er es anders: Jetzt, sagt er, regnet es in jedem Jahre an dreissig bis vierzig Tagen, und zuweilen hört der Regen im Winter, von der Mitte des Octobers an, während fünf bis sechs Tagen nicht auf. Ich habe im Jahre 1835 einen Regenguss erlebt, welcher drei Stunden dauerte. Statt der Paar Regentropfen, die ehemals in Cairo eine sehr seltene Erscheinung waren, gibt es jetzt jeden Winter funfzehn bis zwanzig Regentage. Diese Veränderung im Klima schreibt man den Baum-Anpflanzungen zu, welche der Vicekönig von Aegypten hat anlegen lassen; man schätzt die Zahl der Stämme, welche unterhalb Cairo gesetzt worden sind, auf nicht weniger denn zwanzig Millionen. Die neuern Reisenden sprechen von Ober-Aegypten als einem Lande, wo es nie regne. Sonst soll es sich anders verhalten haben; Herr *Marmont* erfuhr in Theben von einem 122jährigen, seiner intellectuellen Kräfte noch ganz mächtigen Greise, dass es vor achtzig Jahren, also um die Mitte des vorigen Jahrhunderts, in Ober-Aegypten ziemlich oft geregnet habe; die beiden Bergketten, welche das Nilthal bilden, seien aber auch damals mit Gräsern bekleidet und von Bäumen beschattet gewesen; diese Bäume wären aber später ausgerodet worden und in Folge dessen habe der Regen aufgehört, und der Rasen sei verdorrt. Aber auch die Zwerge der Pflanzenwelt, die Laubmoose u. s. w. besitzen jene Eigenschaft, die Feuchtigkeit aus dem Dunstkreise an sich zu ziehen,

in hohem Grade und dienen auf diese Weise in ihrem Vaterlande, den kältern Klimaten, um so mehr zur Erzeugung und Unterhaltung der Quellen, als sie auf den Gipfeln der Berge, in den Hochthälern der Gebirge (und man kann noch hinzusetzen in den Polarebenen) ihre Heimath haben."

„Die Entwässerung und Urbarmachung grosser Sumpfflächen, scheinbar ein Gewinn an Raum für eine vermehrte Lebensthätigkeit des Menschen, wirkt, wenn sie Maass und Ziel überschreiten, eben so nachtheilig wie die Ausrodung der Waldungen, die Verkürzung der Moosfelder."

„Die gewöhnlich angenommene Ursache der Verminderung des Wasserstandes in den meisten Flüssen des westlichen Europa" — bemerkt in einer handschriftlichen Mittheilung der Ober-Forstrath *Pfeil* — „nämlich die Verminderung der Wälder, kann ich in Bezug auf die Elbe nicht gelten lassen. Wenn auch in dem Stromgebiet derselben wohl hin und wieder Wälder ausgerodet sein mögen, so trifft dies nur die Ebene, vorzüglich die Flussthäler in Preussen, weniger in Sachsen, und gar nicht in Böhmen, wo die Privatforsten unter Controle des Staates stehen und die Erlaubniss zur Rodung nicht leicht ertheilt wird. Im ganzen Gebirge innerhalb des Elbgebietes ist durch Cultur eher eine Vermehrung, als eine Verminderung der Wälder erfolgt. Gerade diese bessere Waldcultur dürfte aber Ursache des Wassermangels sein. Auf dem Erzgebirge, im Böhmer Walde, im Fichtelgebirge, im Harze, weniger (?) vielleicht im Thüringer Walde, erzeugten sich früher auf den, bei schlechter Wirthschaft vom Holze entblössten Stellen, viele Versumpfungen, indem da, wo kein Schatten ist, sich Torfmoose ansiedeln, die wie ein wasserhaltender und wassersaugender Schwamm eine Menge Wasser aus der Atmosphäre aufsaugen und die Quellen fortwährend speisen. Bei der fortschreitenden Holzcultur hat man häufig diese abgegraben, trocken gelegt und mit Holz bebaut, was allein gegen die wiederkehrende Versumpfung schützen kann, und so den Quellen, vorzüglich im Sommer, ihre Speisung entzogen. Das hat man sehr deutlich am hannöverschen Harze erkannt, wo die Bergwerksbehörde die Forstverwaltung veranlasste, die Brücher nicht mehr trocken zu legen und mit Holz anzubauen, weil man dadurch offenbar das nöthige Wasser zum Betriebe des Bergbaues und der Hütten verlor. Doch darf ich nicht unbemerkt lassen, dass in Wäldern, wo die Torfbildung aufhört, wie in Südfrankreich, der Schweiz u. s. w. allerdings die Entwaldung eine ganz andere Folge hat und vorzüglich, wenn die Gebirge kahl werden, die Verminderung der Wassermenge unbestreitbar davon herrührt."

103) Zu §. 860. S. 290. Ich habe mehrmals sogenanntes „fauliges" Wasser aus Gräben und Wasserbehältern in Glasgefässen hingestellt und seine Veränderungen beobachtet. Jedesmal erzeugten sich verschiedenartige Algenformen. Mit dem Auftreten derselben verschwand aber auch der übele Geruch und das trübe Ansehen des Wassers. Ich habe solches Wasser mit den darin entstandenen vegetabilischen Erzeugnissen schon öfters mehrere Jahre aufbewahrt. Ein solches Wasser (mit seinem Inhalt) hat sich in Folge der darin fortdauernden Algenbildungen nun dreizehn Jahre lang klar erhalten.

104) Zu §. 861. S. 291. „Annales des scienc. nat." 1849. III. Ser. — Eine Uebersetzung dieser Abhandlung, von *K. Müller*, ist zu Halle 1850 erschienen.

105) Zu §. 861. S. 292. „Populäre Briefe über die gesammten Gebiete der Naturwissenschaften." II. Bd. Bonn. 1849. p. 2 fg.

106) Zu §. 863. S. 294. Vergl. a) *Schwann*, „Mikroskopische Untersuchungen über die Uebereinstimmung über die Structur und Wachsthum der Thiere und Pflanzen." Berlin. 1839. — b) *Kölliker*, die Lehre von der thierischen Zelle. In *Schleiden's* und *Naegeli's* „Zeitschrift für wissenschaftl. Botanik." 2. Heft 1845.

107) Zu §. 865. S. 294. „Phycologia generalis." Tab. 80.

108) Zu §. 865. S. 295. „Die kieselschaligen Bacillarien oder Diatomeen." Nordhausen. 1844. p. 23.

109) Zu §. 865. S. 295. *Ehrenberg* hat neuerdings eine Abhandlung „über die neuesten die Formbeständigkeit und den Entwickelungskreis der Formen betreffenden Bewegungen in den organischen (sic!) Naturwissenschaften" drucken lassen. („Monatsbericht d. K. Preuss. Acad. d. W. zu Berlin." December 1851.) Es liess sich erwarten, dass *Ehrenberg* seine frühern Ansichten fest hält, und die Ergebnisse der neuesten Untersuchungen, welche mit den seinigen in Widerspruch stehen, für Irrthümer, wie gewöhnlich, erklärt. Er beklagt sich, dass die „Opposition", welche im Auslande gegen ihn schon längst dagewesen, nun auch in Deutschland um sich gegriffen habe, und sucht die Annahme der Generatio spontanea dadurch „lächerlich" zu machen, dass er Diejenigen, welche dieselbe bei niedern Organismen annehmen, oder für möglich halten, auf die menschliche Schwangerschaft verweist, wo jene Annahme von ernsten Folgen sei und von keinem Arzte und keinem Gericht anerkannt werde; ferner, dass er jene Ansichten mit den fabelhaften Ansichten der Griechen und Römer u. s. w. in einen Topf wirft. Ich zweifele, dass dies der rechte Weg ist, beim urtheilsfähigen und einsichtigen Publicum Anhänger für die von ihm vertretenen Ansichten zu gewinnen. Denn die gerichtliche Medicin müsste dann auch schliessen, dass ein abgeschossenes Glied beim Menschen sich wiedererzeugen könne, wie eine Krebsscheere; oder, dass die durch einen Hieb getrennten Hälften eines Menschen zu zwei Menschen werden könnten, wie der zerschnittene Armpolyp zu zwei Individuen wird; oder, dass die menschlichen „Ammen" ohne Begattung Eierknospen entwickeln, aus denen Kinder entständen, die wieder ohne Begattung Kinder erzeugten, wie die Blattläuse u. s. w. Es ist übrigens merkwürdig, dass *Naegeli* von *Ehrenberg* getadelt wird, dass er die Anwendung des Artbegriffs bei den niedern Algen für unmöglich halte. Gerade darin stimmt *Naegeli* mit meinen frühern Ansichten („Phycol. gener." p. XIII.) überein. Jetzt leugne ich aber auch noch die Existenz des Artbegriffs überhaupt, weil er noch von Niemand hat festgestellt werden können. Die Abhandlung von *Ehrenberg* wird das Gute haben, dass die neuern, mit jugendlich frischen Kräften ausgerüsteten Forscher mit andauernder Energie den Gegenstand immer weiter verfolgen werden, unbekümmert darum, ob beharrende Kräfte ihr folgen können und wollen, oder nicht. Ich wiederhole nochmals, was ich schon im ersten Bande (S. 224.) gesagt habe, dass den Gegnern der mutterlosen Zeugung, bei niedern Organismen, von der Chemie aus, welche vielleicht die einzig mögliche Metaphysik ist, der Hauptschlag versetzt wird; es sei denn, dass man dem Ausdruck „mütterliche Zeugung" eine umfassendere, also ganz andere, Bedeutung gäbe, als derselbe bisher in der

Zoologie und Botanik gehabt hat. *Ehrenberg* steht in seinen naturhistorischen Ansichten noch ganz auf dem Standpunkte des Systems mit constanten Arten. Diesen erkenne ich nicht mehr als wissenschaftlich berechtigt und als das Ziel der Naturwissenschaft an (§. 251—252). Die bisherige systematische Naturgeschichte muss jetzt der morphologischen Platz machen. Das Arten-System hat nur die Bedeutung eines Fachwerks. Die unfruchtbaren Streitigkeiten über gute und schlechte Arten u. s. w. werden über kurz oder lang keine Beachtung mehr finden. Es gibt andere und wichtigere Sachen zu thun.

110) Zu §. 867. S. 297. „Auch scheint von den stärksten Säuren durch schwächere Säuren, dann durch schwachere Basen hindurch ein allmäliger Uebergang zu den stärksten Basen statt zu finden, wodurch der Begriff von Säure und Basis nur ein relativer wird." *Gmelin*, „Handbuch der Chemie." I. Bd. 4. Aufl. Heidelberg. 1843. p. 459.

111) Zu §. 867. S. 297. Vergl. *Schmidt*, „Zur vergleichenden Physiologie der wirbellosen Thiere." Braunschweig. 1845. p. 62.

112) Zu §. 867. S. 298. *C. A. Agardh*, „Systema Algarum." 1824. Lund. p. 16. — „Phycolog. generalis." Tab. 7. Fig. V. Die Bassorinzellen sind hier abgebildet.

113) Zu §. 869. S. 299. „Nova Acta A. C. L. C. N. C." XXII. II.

114) Zu §. 869. S. 299. „Achtundzwanzigster Jahresbericht der Schles. Gesellsch. für vaterländische Cultur." 1850. p. 47.

115) Zu §. 869. S. 300. Vergl. meine Schrift: „Die Verwandelung der Infusorien in niedere Algenformen." Nordhausen. 1844. — *Shuttleworth*, la neige rouge du Grimsel. „Bibl. univ. de Genève." Febr. 1840.

116) Zu §. 870. S. 300. *Leuckart:* Ueber einige Verschiedenheiten der Thiere und Pflanzen im „Archiv d. Naturgesch." 1851. 2. Heft. p. 156.

117) Zu §. 870. S. 300. Die Schwärmzellen ernähren sich, wie alle Tochterzellen, bei ihrer Entstehung eben so gut vom Pflanzensafte, wie die Opalina vom Thiersafte im Darm der Frösche.

118) Zu 871. S. 302. Vergl. *Schulz*, „Anaphytose." Berlin. 1843. p. 89.

119) Zu §. 871. S. 302. Vergl. *A. Braun* a. a. O. p. 192. wo mehrere Beispiele der Häutung bei Pflanzen angeführt sind. Auch das Entbinden der Schwärmzellen ist eine Häutung, wobei die Mutterzelle als Mauserstoff zurückbleibt und aufgelöst wird.

120) Zu §. 874. S. 303. Ueber die Beziehung der Pflanzenwelt auf die Geschichte und die Verbreitung der Krankheiten der Menschheit hat *Heusinger* eine sehr interessante Abhandlung geliefert. „Janus." Bd. I. p. 24. Gotha. 1851.

Alphabetisches Register über beide Bände.

Bemerk. Die Namen der Pflanzen sind im Register stets mit dem lateinischen Trivialnamen aufgenommen, selbst da, wo der deutsche Name im Texte vorkommt. — Die römische Ziffer deutet auf den Band.

Abbildungen, Werth der. I, 69.
Aberglauben. I, 100.
Abies. II, 228.
—— pectinata. I, 286; II, 118.
Abietineae. II, 116, 117, 128, 177.
Absorptionsfähigkeit des Bodens. II, 275.
Acacia. II, 117, 118.
—— alata. II, 132, 137.
—— spec. II, 121, 123.
Accessorische Knospen. II, 150.
Accessorischer Spross. II, 184.
Acer. I, 149; II, 218, 225.
Achaenia. II, 225.
Achillea. II, 115, 118, 176.
—— Millefolium. II, 128, 136, 149, 158.
—— nobilis. II, 132.
Achlya prolifera. II, 42.
Achnanthes. I, 294.
Achselblättchen. II, 121.
Aconitsäure. I, 174.
Aconitum. II, 189, 191, 218.
Acorus Calamus. I, 157, 244, 272.
Actinophrys. II, 298.
Adansonia. II, 135, 312.
Adhäsion der Pflanzen an den Boden. II, 274.
Adhäsionsströmung. II, 276, 318.
Adoxa. II, 115.
Adern d. Blätter. II, 242.
Adonis. II, 171, 202, 206, 218.
—— aestivalis. II, 176.
—— vernalis. II, 174.
Adventivknospen
bei Phanerogamen. II, 148.
bei Tangen. II, 23.
Adventivwurzeln
bei Farnen. II, 77.
bei Ophioglosseen. II, 89.
bei Phanerogamen. II, 110, 143.
Aehre. II, 180, 187.
Aepfelsäure. I, 146, 173; II, 279.
Aesculus. II, 151, 163, 165, 202.
Aether. I, 49, 94.
Aetherformen. I, 121.
Aetherische Oele. I, 49.
Aethusa. II, 130, 220.
Aetzkalilauge. I, 52.
Agaricus. I, 150.
Agave americana. I, 172, 179.
Aggregatae. II, 202, 219.
Agrimonia. II, 129, 173, 203, 224.
Agrostemma. II, 204, 210.
Agrostemma Githago. II, 191.
Aira cespitosa. II, 161.
Ajuga genevensis. II, 149.
Akyanoblepsie. I, 101.
Albumen. II, 234.
Albumin. I, 215.
Alchemilla. II, 213.
—— vulgaris. II, 120, 173.
Alcyonidium. II, 298, 302.
Alectorolophus. II, 126, 200.
Aletris fragrans. II, 138.
Algen. II, 6, 270, 276, 290, 295.
Algenkörper, II, 9.
—— einfacher. II, 9.
—— einschichtiger. II, 18.
—— fadenförmiger. II, 16.
—— massiger. II, 15.
—— mehrschichtiger. II, 18.
—— scheibenförmiger. II, 19.
—— verfilzter, II, 16.
Algensporen. I, 291.
Algenstöcke. II, 32.
Alhagi maurorum. I, 150.
Alisma. II, 140, 187, 191, 218.
—— Plantago. II, 188.
Alismaceae. II, 210, 212.
Alizarin. I, 163.
Alkalien. I, 142; II, 269.

Alkaloide. I, 146, 148.
Alkannagrün. I, 167.
Alkohol. I, 49.
Allium. I, 304; II, 119, 138, 196.
—— spirale. II, 261.
—— vineale. II, 178.
Aloë. II, 152.
—— Lingua. I, 217.
—— Alopecurus geniculat. II, 141, 171.
Alpinia Galanga. I, 263.
Alsidium. II, 21, 23, 24.
Alsine. II, 191.
—— media. II, 173, 176, 177.
Alsineae. II, 227, 316.
Althaea. I, 250, 256, 263. II, 201.
Aluminiumoxyd. I, 143.
Alyssum. II, 196.
Amarantheae. II, 187.
Ameisensäure. I, 175, 219.
Amentum. II, 181.
Amiba. II, 298.
Ammoniak. I, 146; II, 280, 321.
Amorphe Massen. I, 96, 101.
Amphigastria. II, 56.
Amygdalus. II, 205.
Amyl. I, 183.
Amyloid. I, 189.
Amylon. I, 245, 261.
Amylzellen. I, 290.
Anagallis. II, 132, 172, 173, 175, 177, 203, 209, 210, 226.
Anchusa offic. II, 185.
Anchusasäure. I, 167.
Anchusin. I, 167.
Anemone. II, 200.
—— nemorosa. II, 177.
—— ranunculoides. II, 177.
Anethum. II, 130, 131, 136.
Aneura. II, 56.
Anfangsblatt. II, 126.
Angiocarpi (lichenes). II, 45.
Angiocarpium. II, 31.
Anil. I, 164.
Annulus. II, 38, 68.
Anordnung der Zellen. I, 314.
Ansatz. II, 67, 70.
Anthela. II, 185.
Anthera. II, 97, 193.
Antherenkrone. II, 198.
Antheridien. I, 297; II, 26.
—— bei Algen. II, 32.
—— bei Anthoceros. II, 52.
—— bei den Farnen. II, 74.
—— bei d. Flechten. II, 309.
—— bei Jungermannien, II, 58.
—— bei Laubmoosen. II, 72.
—— bei Marchantien. II, 54.
—— bei den Schafthalmen. II, 84.
Anthoceros. II, 51.
—— laevis. I, 253, 266.
Anthurus. II, 187.
Antidromie. II, 200.
Antirrhinum. II, 218.
—— majus. II, 129.
Apatit. II, 281.
Apium graveolens. I, 150.
Aplysia. II, 298.
Apocyneae. I, 214; II, 246, 264.
Apoglucinsäure. I, 200.
Apophysis. II, 67, 70.
Appendiculäre Organe. I, 329.
—— der Moose. II, 64.
Aquilegia. II, 189, 191, 196, 197, 201.
Arabin. I, 206.
Araucaria. II, 115, 194.
Arbor saturni. II, 318.
Arbutus Unedo. I, 303.
Arcyria. II, 39.
Arenaria. II, 210.
Argemone. II, 217.
Arillus. II, 228, 237.
Aristolochia. II, 137, 206. 209.
—— Sipho. II, 111, 119, 123, 130, 141, 150.
Aristolochiae. II, 202, 205, 219.
Aroideae. I, 145; II, 152, 177, 180, 229.
Art. II, 3.
Artemisia Absinthium. II, 129.
—— campestris etc. II, 175.
Arthrodesmus. I, 305.
Arthrosiphon. I, 306.
Articulatio. II, 211.
Articuli. II, 226.
Artocarpeae. II, 271.
Asarum. II, 115, 200.
Asche. II, 292.
Aschion nigrum. II, 236.
Asci. II, 39.
Ascidien. II, 297.
Asclepiadeae. II, 203, 214, 237, 262, 264.
Asclepias. II, 195.
—— syriaca. I, 151.
—— tingens. I, 164.
Asclepion. I, 151.
Asparagus. II, 115, 151, 159, 170, 179, 186, 190, 244.
Asperifoliae. II, 154, 210, 212. S. auch Borragineae.
Aspidium fontan. II, 73.
Asplenium. II, 77.
Astasiae sp. II, 300.
Astragalus baeticus. II, 123.
—— massiliensis. II, 123.
Atmosphäre. II. 278, 281, 289.
Atractylis gummifera. I, 214.
Atropa Belladonna. I, 254.
Aufbewahren der Pflanzen. I, 33.
Ausläufer. II, 158.
Aussenkelch. II, 196.
Autopsie. I, 55.
Autoritäten. I, 56.
Autodiacrise. I, 332.
Autosyncrise. I, 332.
Avena sativa. I, 263.
Axillarknospen. II, 95, 149.

Bacillarien. I, 192, 308; II, 278, 295.
Balanophoreae. II, 107, 270.
Ballota. II, 124.
—— nigra. II, 150, 184. 185.
Balsame. I, 49.
Balsamine. I, 145.
Banksia attenuata. II, 316.
Baobab. II, 135, 312.
Barbula. II, 69.
—— paludosa. II, 65.

Bartramia. II, 65.
—— pomiformis. II, 58.
Basis. II, 217.
Bassorin. I. 197, 203, 207, 208, 211.
Bassorinzellen. I, 231, 235.
Bastarde. II, 272.
Bastzellen. I, 270, 281.
Batrachospermum. II, 17.
Bau der Blätter. II, 242.
—— d. Stengels. II, 243.
—— d. Wurzel. II, 258.
Bauchpilze. II, 38.
Baubinia. II, 165, 255.
—— scandens. II, 137.
Bärlappe. II, 89.
Bäume. II, 162.
Beere. II, 224, 259.
Befruchtung. II, 105, 230.
Begründung d. Beobachtung. I, 54, 58, 65.
Beiblättchen. II, 56.
Beiglieder der Blume. II, 169.
Bellis. II, 129, 174.
Benzoësäure. I, 177.
Benzoyl. I, 156, 178.
Beobachtung. I, 28, 54.
Berberis. II, 172, 177, 267.
—— repens. II, 130, 131.
—— vulgaris. I, 255; II. 122, 132, 182, 246, 312.
Bernsteinsäure. I, 177.
Bertholletia. II, 135.
Beta. I, 149; II, 132, 134, 137, 143, 187, 201.
—— vulgaris. I, 255; II, 128, 130.
Betula. I, 149.
Beurtheilung mikroskopischer Objecte. I, 61.
Bewegung als Ursache des Lebens. I, 93, 95, 101, 108.
——, organische. I, 227.
—— der Pflanzen. II, 267, 316.
—— der Pflanzenglieder. II, 266.
—— des Pflanzensaftes. II, 265.
—— der Spiralfasern. I, 297.
——, willkürliche. I, 28.
Bildungstrieb. II, 317.
Bilsenkraut, s. Hyoscyamus.
Biscutella. I, 189.
Blasen bei Tangen. II, 25.
Blasenfrüchte. I, 309.
Blatt. I, 323, 325; II, 71, 108, 206, 213, 215.
Blatt, dreigliedriges. II, 119.
——, eingliedriges. II, 117.
——, zweigliedriges. II, 119.
Blattarten. II, 109.
Blattbasen. II, 108.
Blattbildung. I, 326.
—— bei Caulerpa. II, 12.
—— bei Laubmoosen. II, 60.
Blattfuss. II, 123.
Blattgrün. I, 169.
Blattgürtel. II, 108, 126, 128.
Blatthäutchen. II, 311.
Blattkissen der Farne. II, 77.
—— der Phanerogamen. II, 130.
Blattknollen. II, 114.
Blattkrone. I, 328.
Blattlage. II, 147.
Blattnarben. II, 257.
Blattnerven. II, 316.
Blattordnungen. II, 108.
Blattquirl. I, 328; II, 126.
Blattspreite. II, 124.
Blattspur. II, 14, 130.
—— bei Farnen. II, 77.
—— bei Ophioglossen. II, 83.
Blattstellung, allgemeine, I, 328, 335; II, 77, 125, 197.
Blattstufe. II, 134.
Blätter bei Algen. II, 17, 23, 24.
—— der Farne. II, 78.
—— der Lycopodiac. II, 92, 93.
—— der Phanerogamen. II, 110.
—— deren Bau. II, 242, 243.
—— der Schafthalme. II, 86.
Blätterstock. II, 109.
Blättchen. II, 122.
Blei. I, 144.
Bleibaum. II, 318.
Bletia. I, 264.
Blick, botanischer. I, 30.
Blitum. II, 189, 190, 219.
Blume. II, 170, 188, 277, 279.
—— der Bärlappe. II, 95.
—— der Farne. II, 79.
—— der Laubmoose. II, 66.
Blumenblau. I, 172.
Blumenblätter. II, 259.
Blumenboden. II, 170, 203.
Blumengelb. I, 172.
Blumenhonig. I, 146.
Blumenhüllblätter. II, 169, 189.
Blumenkrone. II, 190.
Blumenroth. I, 172.
Blumenstaub. II, 97.
Blumenstengel. II, 170.
Blumenstiel. II, 170.
Blumenstock. II, 109, 167. 171, 259.
Blumenuhr. II, 287.
Bluste. II, 170, 177.
Blustenhülle. II, 101, 178.
Blustenkette. II, 178.
Blustenknospe. II, 226.
Blustenkrone. II, 178.
Blustenstengel. II, 170, 179.
Blustenstock. II, 179.
Blüthe. II, 167.
—— der Laubmoose. II, 66.
—— der Schafthalme. II, 89.
Blüthenbüschel. II, 185.
Blüthenkörbchen. II, 181.
Blüthenknäuel. II, 185.
Blüthenkuchen. II, 181.
Blüthenscheibe. II, 203.
Blüthenschweif. II, 187.
Blüthenstamm d. Farne. II, 75.
Bodenlaube. II, 154.
Bogenläufer. II, 242.
Bonnemaisonia. II, 24.
Borke. II, 247, 248.
Borragineae. II, 185, 201, 213, 229. S. auch Asperifoliae.
Borrago. II, 196.
Borrera ciliaris. II, 45.
Borste. II, 67.
Bostrychia. II, 24.
Botaniker. I. 34, 38.
Botrychium. II, 80, 81.

Botrydina. II, 10, 42.
Botrydium. I, 324; II, 10, 27.
Botryocystis. II, 9, 28, 267.
Botrytis. II, 36.
—— Bassiana. II, 308.
Botryx. II, 201.
Bracteae. II, 169, 177.
Brassica. II, 115, 143.
—— oleracea. I, 304; II, 113, 129, 140, 149, 155.
Braunkohlen. II, 291.
Brennhaare. I, 261, 330.
Brom. I, 137.
Bromelia Ananas. I, 152, 304; II, 157, 162, 177, 219, 224.
Brutbecherchen. II, 55.
Brutknospen. II, 55, 58.
Bryopsis. I, 323.
Bryothamnion. II, 24.
Bryum. II, 66.
—— annotinum. II, 58, 60.
—— argenteum. II, 59.
—— caespiticium. II, 61.
—— pseudotriquetrum. II, 65.
Bulbi. II, 138.
Bupleurum perfoliatum. II, 119.
Butomus. II, 182, 198, 218.
Buttersäure. I, 154.
Buxus. II, 119, 124, 126, 132, 133, 134, 151, 252, 283.

Cacteae. II, 107, 191, 253.
Cacti specc. II, 129.
Calamus. II, 157, 246.
—— Rotang. I, 287.
Caladium. I, 145.
Calathium. II, 181.
Calla. II, 124.
Callithamnion. II, 17.
Callitriche. II. 136, 174, 242, 277.
Calluna. II, 117, 190.
Calothrix. II, 22, 213.
Caltha. II, 121, 200.
Calymperes Lonchophyllum. II, 65.
Calyptra. II, 57, 67, 71.
Calyptranthes. II, 203.
Calyx. II, 190.
Cambium. I, 333; II, 239, 256.
Camellia japonica. II, 191.
Campanula. II, 196, 201, 203, 206, 226.
—— specc. II, 173, 174, 175.
Campanulaceae. II, 190, 219.
Canna. II, 145.
Capillarität. II, 274.
Capillitium. II, 39.
Capitulum. II, 181.
Capparideae. II, 205.
Capreoli. II, 141.
Caprifoliaceae. II, 202.
Capsulae. II, 226.
Cardamomum. I, 466.
Carduus crispus. II, 132.
Carex. II, 177, 219, 311.
—— pallescens, II, 188.
—— vulpina. II, 131, 187.
Carpelle. II, 196, 208, 314.
Carpinus. II, 120, 122, 124, 129, 165, 316.
Carpocaulon. II, 24.
Carpoclonia. II, 307.
Carpoma. II, 31.
Carpophylla. II, 169, 196, 208.
Carthamin. I, 168.
Caryophylleae. II, 126, 133, 173, 201, 210, 211, 217.
Caryophyllus. II, 203, 206.
Cassia. II, 235.
Casuarina. II, 116, 117, 165.
Catechu. II, 161.
Catharinea undul. II, 68.
Caucalis. II, 203.
Caudex floralis. II, 167.
—— subfloralis. II, 103.
Caulerpa. II, 10, 32, 303, 323.
Caulis. II, 130.
Celastrus. II, 150, 238.
Celosia cristata. II, 180.
Cellulose. I, 228.
Cellulosereihe. I, 182.
Centaurea Cyanus. II, 170.
—— uniflora. II, 174.
Centrifugale Bluste. II, 184.
Centripetale Bluste. II, 184.
Centunculus minimus. II, 175, 210.
Cephaëlis Ipecacuanha. I, 263; II, 142.
Cephalanthus occidentalis. II, 120.
Ceramium. II, 19, 32.
Cerasin. I, 205.
Cerasus. II, 119, 176, 225.
Cerastium. II, 176, 189.
—— brachypetalum. II, 191.
Ceratonia Siliqua. II, 154, 225.
Ceratophyllum. II, 113, 142, 321.
Cereus grandiflorus. II, 267.
Cerin. I, 152.
Cerosin. I, 152.
Cerotin. I, 153.
Cerotinsäure. I, 153.
Ceroxylon Andicola. I, 152; II, 157.
Chaerophyllum. II, 220.
—— specc. II, 130, 131.
Chaetophora. II, 19, 240.
Chalaza. II, 228.
Chamaerops. II, 124, 129, 157, 162.
Champia. II, 24.
Chara. II, 17, 199, 284.
Cheilanthes lentigera. II, 78.
Cheiranthus incanus. II, 129.
Chelidonium. II, 115, 217, 243.
Chemische Mittel. I, 48.
Chenopodeae. I, 312; II, 187, 242, 246, 250, 252.
Chenopodium. II, 132, 185, 190.
—— album. II, 128.
—— hybridum. II, 187.
Chinarinde. I, 281.
Chinin. I, 147.
Chlamydomonas. II, 294, 295.
Chlor. I, 136.
Chlormagnium. I, 143.
Chlorophyll. I, 169.
Chlorotylium. II, 19, 21.
Chlorwasserstoffsäure. I, 51.
Chondrus crispus. II, 23.
Chorda. II, 31.

Chordaria. II, 19, 21.
Chroolepus. II, 42.
Chrysanthemum leucanth. II, 129.
Chrysosplenium. II, 176.
Chthonoblastus. I, 241, 306.
Cicatricula. II, 237.
Cilia. II, 68.
Cinchonin. I, 148.
Cincinnus. II, 201.
Cinclidotus fontinal. II, 61.
Cinerariae specc. II, 176.
Cinnamyl. I, 178.
Circulation des Zellensaftes. I, 259.
Cirrus. II, 123.
Citronensäure. I, 146, 174; II, 279.
Citrus. I, 157; II, 116, 119, 123, 124, 202.
Cladonia. II, 45.
Cladophora. I, 295, 304, 314; II, 17, 29, 32.
—— flavescens. I, 258.
Cladosiphon. II, 21.
Cladostephus. I, 314.
Clarkea pulchella. II, 173.
Clavaria. II, 37.
Clematis. II, 137.
—— integrifolia. II, 171.
Closterium. I, 323.
Clusia. II, 238, 271.
Cocci. II, 226.
Coccochloris. II, 15.
Coccus ceriferus. I, 153.
Cocosnüsse. II, 235.
Cocostalgsäure. I, 153.
Coenanthium. II, 181.
Coffea arabica. I, 271; II, 120.
Colchicum autumnale. II, 167.
Coleoptile. II, 311.
Collema lacerum. II, 46.
—— nigrescens. II, 46.
Collenchym. I, 312.
Collenchymzellen. I, 269.
Collodium. I, 192.
Colocasia. I, 145.
Color aerugineus. I, 166.
—— amethysteus. I, 166.
—— chalybeus. I, 166.
Columella. II, 68.
Comarum. II, 191.
Compositae. II, 151, 154, 173, 178, 181, 189, 190, 192, 202, 203, 206, 219, 225, 227, 259, 314.
Conferva. I, 314.
Confervinae. I, 307; II, 16.
Coniferae. II, 194, 215, 234, 245.
Conium. I, 146, 147.
Connectiv. II, 194, 261.
Conomitrium. II, 63.
Contractilität der Zellen. II, 300.
Conus. II, 181.
Convallaria. I, 115, 119, 134, 140, 147, 151, 159, 160, 162, 202.
—— majalis. II, 182.
—— polygonatum. II, 125.
Convolvulus. II, 173, 189, 201, 228.
—— arvensis. II, 136, 141.
—— tricolor. II, 129, 131.
Coprinus. I, 47.
Copulation der Algen. I, 298; II, 30.
Cornicularia. II, 45.
Cornus. II, 252.
Corolla. II, 190.
Cortex. II, 244, 245.
Cortina. II, 38.
Cruciferae. II, 113, 142, 154, 177, 182, 190, 193, 198, 209, 210, 211, 217, 229.
Cryptococcus. I, 229.
Cryptonemata. II, 31.
Ctenodus. II, 24.
Cucubalus baccifer. II, 224.
Cucumis. II, 206.
Cucurbitaceae. II, 123, 203, 219, 223, 224.
Cuninghamia. II, 115.
Cuphea. II, 187.
Cupressus. II, 193.
Cupula. II, 178.
Curcuma. I, 159.
—— Zedoaria. I, 256.
Curven. I, 96, 104.
Cuscuta. II, 107, 136, 141, 143.
Cuticula. I, 217, 224, 241, 302, 317; II, 280.
Cuticularsubstanz. I, 217.
Cutleria. II, 19.
Cycadeae. II, 157, 194.
Cycas. II, 121. 193.
Cyclamen. II, 139, 149. 157.
Cyclose. I, 331.
Cydonia. II, 237, 280.
Cylindrospermum. II, 267.
Cyma. II, 184, 200.
Cynosurus. II, 31, 170, 179.
Cyperaceae. II, 188.
Cyperus esculentus. I, 154.
Cystoclonium. I, 309.
Cystosireae. II, 25.
Cytineae. II, 171.
Cytisus Adami. II, 273.
Cytoblast. I, 232, 252, 333.

Dahlia. I, 284; II, 122, 131, 133, 137, 159, 178, 250.
Daphne. II, 193, 199.
Darstellung. I, 65.
Datura. II, 137, 147, 183.
Daucus. I, 149; II, 143, 203.
Deckelchen. II, 67.
Deckschuppen. II, 114.
Delesseria. II, 24, 32.
Delphinium. II, 189, 191.
—— Ajacis. II, 131.
Dentes (peristomii). II, 68.
Desmidieae. II, 9, 10, 16, 30, 278, 295.
Dextrin. I, 187, 264.
Dextringruppe. I, 183.
Diachym. I, 313.
Dialypetalae. II, 228.
Dianthus. II, 131, 189.
—— plumosus. II, 189.
Diatoma. I, 294.
Diatomeae. I, 307; II, 10, 16.
Dichasium. II, 184, 200.
Dickieia. I, 309.
Dicotyledoneae. II, 110, 126, 200, 234, 241, 246, 253.
Dicranum. II, 63, 69, 72.
—— glaucum. II, 62.
—— heteromallum. II, 59.
—— scoparium. I, 270.
Dictamnus. II, 201, 202.

Dictamnus albus. I, 157; II, 129.
Dictyonema. II, 47.
Dictyota. II, 19, 31.
Didymodon sphagnoides. II, 61.
Dieffenbachia seguine. I, 263.
Diffusion. II, 274, 285.
Digitalis. II, 175.
Dionaea. II, 267.
Dipsaceae. II, 181, 189, 192.
Dipsacus. I, 271.
Discus. II, 203.
Dolde. II, 182.
Doldentraube. II, 182.
Doppelsporen. II, 45.
Dorn. II, 163.
Draba verna. II, 143.
Dracaena Draco. II, 137, 138, 139.
Draparnaldia. I, 295; II, 17.
Drehung der Stengelaxe. II, 88.
Drillingsblätter. II, 126, 127.
Drosera. II, 201.
Drupa. II, 217, 224.
Dryas. II, 199, 206.
Drüsenhaare. I, 329.
Dünger. II, 270.

Ebenholz. I, 271.
Echeveria. II, 152.
Echinocactus. II, 140.
Echinospermum. II, 154.
Echium. I, 271.
Ectocarpeae. II, 17.
Ectocarpus. II, 31.
Efflorescenz. II, 318.
Ehrenbergia. II, 127.
Eiche, s. Quercus.
Eichel. II, 225.
Eierchen. II, 226.
Eierstock. II, 226.
Einfluss d. äussern Natur auf d. Pflanzen. II, 268.
—— des Bodens etc. II, 269.
—— der Pflanzen auf die umgeb. Natur. II, 289
—— der Pflanzen auf die Thiere. II, 293.
—— des Klimas. II, 268.
Eingeschlechtige Blumen. II, 168.
Einstockige Phanerogamen. II, 172.
Eisenoxydhydrat. I, 139.
Eiweiss. I, 50.
Eiweisskörper. II, 106.
Elain. I, 153.
Elateres. II, 54.
Electricität. II, 287.
Electrische Ströme. I, 129.
Elemente. I, 94.
Elfenbein, vegetabilisches. I, 196.
Elymus arenar. I, 152.
Embryo. II, 104, 233.
Embryonen, bei Algen. II, 29.
Embryosack. II, 97.
Embryotega. II, 237.
Embryoträger. II, 231.
Empfindung. I, 28.
Encephalarctos. I, 152.
Endocarpium. II, 225.
Endopleura. II, 237.
Endosmose. II, 274.
Endosperm. II, 106, 234.
Endostomium. II, 228.
Enteromorpha. I, 314; II, 18, 32.
Entophysalis granulosa. I, 241, 305.
Entwickelung der phanerog. Blätter. II, 110.
Epacrideae. II, 195.
Epenchym. I, 309.
Ephedra. II, 205.
Epiblema. II, 240.
Epicalyx. II, 196.
Epicarpium. II, 225.
Epidermis. I, 329; II, 240.
Epilobium. II, 175.
Epineuron. II, 24.
Epiphragma. II, 68.
Epispermium. II, 236.
Epithelium. II. 240.
Epymenia. II, 24.
Equisetaceae. I, 292; II, 84.
Equisetsäure. I, 174.
Equisetum. II, 116.
—— palustre. II, 85.
Erdkrume. II, 269.
Erfrieren der Pflanzen. II, 283.
Eriophorum vaginatum. II, 188.
Erodium. II, 178, 185, 187, 196, 209, 243.
—— cicutarium. II, 120.
Erstarkungsgenerationen. II, 165.
Erstlingsblätter. II, 107.
Erysimum cheiranth. II, 129.
Erythraea. II, 200.
Erythrin. I, 160.
Erythrophyll. I, 169; II, 28.
Essigmutter. II, 269.
Essigsäure. I, 52, 175.
Euactis. I, 166, 213.
—— calcivora. II, 292.
Eucalypta. II, 71.
Eucalyptus. II, 203.
Eugelacin. I, 213.
Eugelacinzellen. I, 243.
Euglena. II, 294, 295.
—— sanguinea. II, 299.
Euonymus. II, 199, 218, 238.
Euphorbia. II, 173, 178. 187, 189, 197, 201, 203, 205.
—— aleppica. II. 129.
—— caespitosa. II, 129.
—— Chamaesyce. II, 127.
—— Characias. II, 129.
—— Cyparissias. II, 149, 176.
—— Paralias. II, 129.
—— Peplus. II, 119, 131.
Euphorbiaceae. II, 218, 226, 228, 237.
Everninsäure. I, 160.
Exemplare. II, 2.
Exosmose. II, 274.
Exostomium. II, 228.
Extracellularsubstanz. I. 301.
Extractivstoff. I, 159, 161.

Fadenpilze. II, 35.
Fagonia. II, 127.
Fagus. II, 121, 122, 143, 149.
Farben. I, 128.
Farbenränder. I, 61.
Farne. II, 73, 272.
Farnkräuter. II, 272.
Fasciculus. II, 185.
Faserbündel. I, 308; II, 240.
Fasergrübchen. II, 31.

Faserzellen. I, 241.
Fäulniss. II, 33.
Feige. II, 182.
Fett. II, 293.
Fette Oele. I, 49, 153.
Fettsäuren. I, 153.
Ficaria. II, 114, 171.
—— ranunculoides. I, 265.
Ficus. II, 182, 246.
—— bengalensis. II, 144.
—— dendroctona. II, 271.
—— elastica. I, 214.
—— indica. II, 144.
Fiedern. II, 122.
Filamentum. II, 97, 194.
Filices. II, 73.
Filzgewebe. I, 314.
Fimbriaria africana. II, 52.
Fissidens. II, 63.
Flachs. I, 282.
Flechten. II, 42, 282.
Flechtenbitter. I, 160.
Flechtengelb. I, 168.
Flechtengonidien. II, 309.
Flechtensäure. I, 174.
Flimmerbewegungen. I, 295.
Flimmerepithelium. II, 297.
Flores diclini. II, 168.
—— gemmuliferi. II, 168.
—— hermaphroditi. II, 168.
—— polliniferi. II, 168.
Florideae. II, 31.
Flos. II, 188.
—— irregularis. II, 191, 202.
—— neuter. II, 170.
—— regularis. II, 201.
Flügelfrucht. II, 225.
Folia. II, 115, 118.
Foliola. II, 122.
Folium florale. II, 167, 172.
Form. I, 108.
Formationsreihen. II, 107.
Formen, polymorphe. I, 96.
Fortpflanzung d. Algen. II, 25
Fossile Pflanzen. II, 291.
Fourcroya longaeva. II, 179.
Fovilla. II, 58, 262.
Fragaria. II, 190, 196, 206, 208, 213, 218.
—— vesca. II, 158.
Fragilaria. I, 309.
Franze. II, 38.
Fraxinus excelsior. I, 150.
—— ornus. I, 150.
Fritillaria. II, 128, 132, 150.
Frucht. II, 206.
—— einfache. II, 215.
—— einfächerige. II, 216.
—— gemischte. II, 219.
—— mehrfache. II, 218.
—— mehrfächerige. II, 217.
Fruchtäste. II, 307.
Fruchtblatt. II, 169, 196, 208.
Fruchtbrei. II, 238.
Fruchthülle. II, 225.
Fruchtknoten. II, 208.
—— unterständiger. II, 219, 224.
Fruchtsäuren. I, 173.
Fruchtstock. II, 206.
Fruchtzucker. I, 150.
Früchte. II, 279.
Frühlingssaft. I, 146.
Fuceen. II, 25.
Fuchsia. II, 191.
Fucus. II, 19, 31, 32.
—— vesiculosus. II, 23.
Fumaria. II, 123, 200.
Fumariaceae. II, 202.
Fumarsäure. I, 174.
Funaria hygrometrica. II, 59.
Fungi. II, 33.
Funiculus. II, 227.
Fünflingsblätter. II, 127.

Gagea. II, 155, 172.
—— specc. II, 138, 147.
Galactin. I, 152.
Galactodendron utile. II, 152.
Galanthus. II, 155.
Galeopsis Tebrahit. II, 124.
Galium. II, 191.
—— Mollugo. II, 136, 175.
—— verum. II, 132, 150, 151, 175.
Gamopetalae. II, 227.
Gänge. I, 316.
Geastrum. II, 39.
Gefässbündel. I, 314.
—— geschlossene. II, 241.
—— ungeschlossene. II, 241.
Gefässe. I, 284, 287, 333.
Gefiederte Blätter. II, 122.
Gefingerte Blätter. II, 122.
Gefühlsformen. I, 116.
Gehörformen. I, 115.
Geïnsäure. I, 218, 220.
Geitzen. II, 164.
Gelacin. I, 213.
Gelacinzellen. I, 241, 242.
Gelidium. I, 271; II, 24.
Gelin. I, 190, 192.
Gelinzellen. I, 244.
Gemmae. II, 145.
Gemmae florales. II, 226.
Gemmula. II, 97, 208, 226.
Generationsglieder. II, 135.
Generationsreihen. II, 107.
Genista tinctoria. II, 129.
Gentiana. II, 190.
—— ciliata. II, 189.
Geocalyceae. II, 57.
Geoglossum. II, 40.
—— viride. II, 308.
Georgina, s. Dahlia.
Geraniaceae. II, 201, 210, 212, 218, 226.
Geranium. II, 113, 115.
—— molle. II, 129.
Gerbsäure. I, 160, 161.
Gerbstoffe. I, 161.
Germen. II, 208.
Geruchsformen. I, 115.
Geschlechtslose Blumen. II, 170.
Geschmacksformen. I, 116.
Gesetz der Bewegung. I, 92.
Gesichtsformen, allgemeine. I, 110.
Gesneriaceae. II, 152.
Gestaltungsprocesse. I, 96.
Geum urbanum. II, 120.
Gewürznelken. II, 203.
Gigartina. I, 270, 309.
Gipfelblätter. II, 172.
Gipfelganzes. II, 174.

Gipfelhülle. II, 173.
Gipfelkette. II, 174.
Gipfelkrone. II, 174.
Gipfelstand. II, 173.
Gipfelstengel. II, 173, 174.
Gladiolus. II, 119, 129, 131, 138, 140, 147, 156, 177, 187.
Glans. II, 225.
Glaucium. II, 200.
Glechoma hederaceum. II, 158.
Glieder des Blattstiels. II, 122.
Gliederhülse. II, 225.
Gliederschote. II, 225.
Gliedersystem. II, 86.
Gliederung. II, 1.
—— des Blumenstocks. II, 167, 259.
—— der Phanerogamen. II, 103.
Globularia. II, 202.
Gloeocapsa. I, 213, 243. 301, 305; II, 10, 42.
Glomerulus. II, 185.
Gloxinia. II, 152.
Glucinsäure. I, 200.
Glumae. II, 178.
Glycerin. I, 50, 153.
Glycose. I, 150.
Glycyrrhizin. I, 149.
Gomphonema. I, 294.
Gonidien. II, 26.
—— d. Jungermannien. II, 57.
—— d. Marchantien. II, 55.
—— d. Moose. II, 65.
Gramineae. I, 292; II, 124, 125, 129, 131, 144, 172, 186, 187, 189, 192, 196, 225, 227, 229, 234, 245, 250.
Grammatophora. I, 293, 294.
Graphideae. II, 45.
Gräser, s. Gramineae.
Gregarina. II, 298.
Griffel. II, 208.
Grimmia. II, 63, 71.
Grösse. I, 108.
Grossularia. II, 122, 312.
Grossularieae. II, 219, 220.
Gröps. II, 223.
Grundformen. II, 1.
Grundformen, allgem. I, 108, 109, 110.
—— höherer Ordnung. I, 321, 322.
Grundlage der Methode. I, 23.
Grundstock. II, 103, 109.
—— Bau desselben. II, 239.
Grundstoffe. I, 94, 121.
Grundtypen der Phanerogamen. II, 107.
Grundwahrnehmungen. I, 25, 26.
Guajacum offic. I, 281, 284.
Guarea. II, 123.
Gummi. I, 202.
Gummigänge. I, 300, 316.
Gutta gireck. I, 151.
—— percha. I, 151.
Guttiferae. II, 271.
Gürtel, Blatt-. II, 108, 126, 128.
Gymnocephalus. II, 66.
Gyps. II, 281, 292.
Gypsophila. II, 210.

Haare. I, 329.
Haarkelch. II, 191, 259.
Hafgygia. I, 300.
Hagelfleck. II, 228.
Haine. II, 304.
Halyseris. II, 19, 31.
Haplomitrium. II, 58.
Harzbildung. I, 158.
Harze. I, 157.
Hedera Helix. II, 130, 131, 141.
Hedysarum. II, 210, 296, 300.
—— gyrans. II, 267, 283, 286.
—— gyroides. II, 267.
—— vespertilionis. II, 267.
Hefe. I, 231.
Helianthemum. II, 267.
Helianthus. II, 180.
Helichrysum arenarium. II, 149.
Heliotropium. II, 213.
—— peruvianum. II, 280.
Helleborus. II, 115, 189, 201, 208, 218.
Helvella. II, 40.
Hemerocallis coerulea. II, 188.
Hemmungsbildungen. I, 105.
Hepatica. II, 115, 124.
Heraclei sp. II, 130.
Herpochaeta. II, 10.
Herpogelin. I, 193.
Heterocarpeae. II, 31.
Heteromerische Flechten. II, 42, 43.
Hieracium. II, 203.
— cymosum. II, 176.
Hildenbrandtia. II, 19.
Hilus. II, 227.
Hippocastanum. II, 201, 202.
Hippocrepis. II, 210, 225.
Hippuris. II, 118, 136, 140, 168, 173, 189, 205, 227, 229, 278.
Historische Einleitung. I, 1.
Holzbündel. I, 308.
Holzstamm. II, 249.
Holzzellen. I, 271, 283, 284.
Homodromie. II, 200.
Homöomerische Flechten. II, 46.
Honigthau. I, 146.
Hordeum. II, 187.
—— vulgare. II, 154.
Hornzellen. I, 283.
Horologium florae. II, 287.
Hoya carnosa. I, 270, 289.
Humin. I, 218.
Huminsäure. I, 160, 218.
Humulus Lupulus. II, 120.
Humus. I, 217; II, 270.
Hüllchen. II, 178.
Hut. II, 38.
Hutpilze. I, 37.
Hyacinthus. II, 155.
Hydrocharis. I, 260.
Hydrodictyon. II, 28.
Hydropterides. II, 97.
Hygrocrocis. I, 304; II, 269.
Hymenium. II, 37, 38.
Hymenostomum. II, 68.
Hyoscyamus. I, 146, 147; II, 154, 226.
Hypanthodium. II, 181.
Hypericum. II, 173, 176, 201, 202.
—— perforatum. II, 132.

Hypericum quadrangugulare. II, 252.
—— tetrapterum. II, 132.
Hypericumroth. I, 167.
Hyphasma. II, 36.
Hypheothrix. I, 239, 240.
Hyphopodium. II, 36.
Hypnum. II, 63, 65, 66, 70.
—— abietinum. I, 64.
—— conspissatum. II, 61.
—— delicatulum. II, 64.
—— rutabulum. II, 63, 64.
—— serpens. II, 58, 60, 69.
—— splendens. II, 58, 63, 64.
—— tamariscinum. II, 62, 64, 305.
Hypoglossum. II, 32.
Hypoxylon. II, 40.
Hysterophyta. II, 270.

Jalapenwurzel. I, 159.
Jamessonia. II, 79.
Impatiens. II, 189, 191, 203, 210, 218.
—— Balsamina. I, 315.
—— glandulifera. II, 120.
—— Roylei. II, 120, 173.
Inactis. I, 239.
Indig. I, 164.
Indigofera-Arten. I, 164.
Individualisirung, I, 97.
Individuum. II, 1.
Indusium. II, 79.
Inflorescentia. II, 177, 200.
Inhalt der VIII Bücher. I, 107.
Innenschale. II, 237.
Innere Gliederung des Blumenstocks. II, 259.
—— des Grundstocks. II, 239.
Inoderma. I, 230.
Integumentum. II, 98, 227.
Intercellulargänge. I, 315.
Intercellularströme. I, 318.
Intercellularsubstanz. I, 300.
Inulin. I, 198.
Inulingruppe. I, 197.
Involucellum. II, 178.
Involucrum florale. II, 173.
—— gamophyllum. II, 178.
—— partiale. II, 178.
Iodin. I, 136, 292.
Iodinlösung. I, 50.
Johannisbrot. II, 225.
Ipomaea. II, 201.
Irideae. II, 63, 133, 161, 190, 191, 203, 209, 219, 221.
Iris. II, 63, 119, 129, 177, 206, 221, 226, 227.
—— florentina. I, 263.
Isatinsäure. I, 165.
Isatis tinctoria. I, 146, 164; II, 129.
Isnardia palustris. II, 175.
Isoëtes. II, 95.
Juglans. II, 227.
—— regia. II, 188, 245.
Juncaceae. II, 188, 190.
Juncus. II, 111, 245.
—— effusus. I, 319.
Jungermannieae. II, 55.
Juniperus. II, 116, 118, 119, 132, 193.
—— communis. II, 115.
Justitia purpurea. I, 146.

Kaffeebohnen. I, 271.
Kali. I, 142; II, 292.
Kalk. II, 269.
—— kohlensaurer. I, 139.
—— oxalsaurer. I, 140.
—— schwefelsaurer. I, 142.
Kapsel. II, 224.
Kapselfrucht. II, 32, 226.
Karnauba-Palme. I, 152.
Kartoffel, s. Solanum tuber.
Kategorien d. Systems. II, 2.
Kätzchen. II, 181.
Kautschuk. I, 151.
Keim. II, 104, 105, 233, 236.
—— bei Dicotyledonen. II, 112.
—— bei Monocotyledonen. II, 111.
Keimbläschen. II, 301.
Keimblatt. II, 101, 107, 113.
Keimblüthen. II, 168.
Keimen der Samen. II, 279.
Keimen der Sporen. II, 27, 49, 58, 73, 84, 90, 101.
Keimhülle. II, 234.
Keimkörner der Lycopod. II, 90.
Keimorgan der Farne. II, 74.
Keimsack. II, 97, 229.
Keimsackhülle. II, 234.
Keimträger. II, 231.
Keimwulst. II, 99.
Keimzellen. I, 236, 249, 253, 254, 257; II, 5, 89.
Kelch. II, 190.
Kelchblätter. II, 169.
Kern-Pilze. II, 39.
Kernwarze. II, 99, 227.
Kielblätter. II, 118.
Kieselsäure. I, 137; II, 269.
Kieselzellen. I, 292.
Kieselzellgewebe. I, 309.
Kino. I, 161.
Kirschbaum, s. Cerasus.
Kirschgummi. I, 234.
Klappen. II, 226.
Kleber. I, 236.
Knochenzellen. I, 289.
Knollenfaden. II, 30.
Knollenspross. II, 149.
Knollenstamm. II, 313.
Knollenstock. II, 139.
Knorpelzellen. I, 283.
Knorren. II, 149.
Knospen. I, 329; II, 313.
—— des Blumenstocks. II, 226.
—— bei Botrychium. II, 81.
—— bei Farnen. II, 74.
—— des Grundstocks. II, 145, 150.
—— bei Ophioglossum. II, 81, 82.
Knospengrund. II, 228.
Knospenhüllchen. II, 311.
Knospenhülle. II, 98, 227.
Knospenkern. II, 98, 227.
Knospenmund. II, 228.
Knospenträger. II, 227, 237.
Kohlensäure. II, 281, 318, 321.

Kohlenstoff. I, 134.
Kohlrabi. II, 140, 149, 155.
Kolben. II, 180.
Kork. II, 247, 280.
Korksubstanz. I, 217.
Korkzellen. I, 272.
Köpfchen. II, 181.
Körper, organ. I, 97.
Körpertheilchen. I, 94.
Krapp. I, 163.
Krautstöcke. II, 153.
Krähenaugen. II, 235.
Kritik. I, 74.
Kryptogamen. II, 5.
Krystalle. I, 97, 104, 105.
—— im Zellenkern. I, 266.
Kupfer. I, 144.
Kützingia. II, 24.

Labiatae. II, 126, 132, 151, 173, 184, 187, 189, 190, 193, 199, 201, 202, 209, 212, 213, 226, 229, 242, 245, 246, 252.
Lactucon. I, 151.
Lagoseris. II, 203.
Lamellen bei Moosblättern. II, 62.
Lamina. II, 63, 124.
Laminaria. II, 19.
—— saccharina. I, 150.
Laminarieae. II, 23.
Lamium rubrum. II, 316.
Lapsana communis. II, 128, 132, 133, 134.
Larix. II, 228, 248.
—— europaea. I, 150.
Latex. I, 331.
Lathraea. II, 115, 240.
Lathyrus. II, 129, 132, 137, 175, 252.
—— Aphaca. II, 123.
Laubblätter. II, 115.
Laubmoose. II, 58.
Laubsprosse. II, 277.
Laurencia. II, 21, 24.
Laurin. I, 153.
Laurineae. II, 195.
Laurostearinsäure. I, 153.
Laurus. II, 116, 195.
—— Sassafras. I, 281, 283.
Lavandula Spica. I, 244, 270, 279.
Längsfurche. II, 194.
Leben. I, 27.
Leben des Zellgewebes. I, 317.
Lebensdauer der Algen. II, 48.
—— der Flechten. II, 48.
—— der Pilze. II, 47.
Lebenskraft. I, 105.
Lebenssaft. I, 331.
Lebermoose. II, 49.
Lecanorin. I, 160.
Legumin. I, 215.
Leguminosen. II, 113, 129, 150, 173, 182, 189, 199, 209, 213, 225, 228, 229.
Leibleinia. I, 242.
Lemania. I, 165; II, 19.
Lemna. I, 313; II, 111, 116, 117, 119, 125, 135, 138, 140, 144, 189, 229.
Lenormandia. I, 24.
Lentibulariae. II, 202, 210.
Lenticellae. II, 247.
Leontodon Taraxacum. II, 129. 174.
Leotia. II, 40, 41, 308.
Lepidium. II, 113, 115, 143, 172, 237.
Leptothrix. I, 230, 239.
Lessonia. I, 300.
Leuchten des Holzes. I, 127.
Liagora. II, 21.
Lianen. II, 258.
Lianenstengel. II, 254.
Lichen pubescens. II, 309.
Lichenes. II, 42.
Licht. II, 285.
Lichtenberg'sche Figuren. II, 318.
Lichtkörper. I, 122.
Lignin. I, 197, 212.
Ligninzellen. II, 273.
Ligula. II, 121, 311.
Ligustrum. II, 186.
Liliaceae. II, 144, 152, 191, 208, 209, 213, 218, 228, 229.
Lilium. II, 155, 199, 226, 228.
Lilium tigrinum. I, 282.
Limodorum veratrifolium. I, 164.
Limnochlide. II, 267.
Lineae. II, 201.
Linum. II, 129, 131, 172, 173, 237.
Linsenkörperchen. II, 247.
Lipyl. I, 253.
Listera ovata. II, 188.
Literatur. I, 74, 99.
Llanos. I, 137. S. Lianen.
Loculamentum. II, 193.
Loden. II, 162.
Logische Ordnung. I, 75.
Lolium. II, 187.
Lomaria scandens. II, 77.
Lomentum. II, 225.
Lonicera. II, 202, 246, 248, 254.
Lophocolea. II, 56.
Loranthaceae. II, 271.
Löcher in der Zellhaut. I, 278, 332.
Lotus. II, 129.
Lücken im Zellgewebe. I, 315, 316.
Lychnideae. II, 205.
Lychnis. II, 173, 210.
—— Viscaria. II, 115, 158, 254.
Lycopodiaceae. II, 89, 311.
Lycopodium alpinum. II, 91, 94.
—— annotinum. II, 92, 115.
—— clavatum. II, 92.
—— complanatum. II, 91.
—— denticulatum. II, 91, 93, 94.
—— helveticum. II, 91.
—— inundatum. II, 92, 94.
—— Selago. II, 92, 94, 95.
—— stoloniferum. II, 93, 94.
—— umbrosum. II, 93.
—— viticulosum. II, 93.
Lyngbya. I, 213.
Lyngbyeae. I, 242.
Lysimachia. II, 202.
—— Nummularia. II, 115, 140, 158, 162.
—— vulgaris. II, 128, 173.
Lythrariae. II, 187, 205.
Lythrum. II, 193, 199, 200.
—— Hyssopifolia. II, 175.

Macis. I, 467.
Macrocystis. I, 328; II, 24, 25, 276.

Macrogonidien. II, 28.
Macrosporen. II, 90.
Magnesia. I, 143.
Magnetismus. II, 287.
Maianthemum. II, 125.
Mais. I, 256.
Malaxis paludosa. II, 152.
Maleïnsäure. I, 174
Malpighiaceae. II, 255.
Malpighische Haare. I, 304.
Malva. II, 124, 201.
Malvaceae. II, 196, 199, 202, 205, 210, 212, 218, 226.
Mamilla nuclei. II, 99.
Mamillaria. II, 140.
—— specc. I, 288.
Manna. I, 146.
Mannazucker. I, 150.
Mannit. I, 150.
Marcgravia. II, 121.
Marcgraviaceae. II, 177, 271.
Marchantia. II, 55.
—— polymorpha. I, 273, 281; II, 49.
Marchantieae. II, 52.
Margarinsäure. I, 153.
Mark. II, 244, 245.
Markröhre. II, 257.
Markstrahlen. II, 244.
Marrubium. II, 124, 175.
Marsdenia tinctoria. I, 164.
Marsilea. II, 98, 102.
Massen und Massentheilchen. I, 94.
Mastichothricbeae. II, 21.
Materia saponacea. I, 159.
Materie. I, 94.
Mauserstoffe. II, 302.
Mechan. Hilfsmittel. I, 45.
Medicago sativa. II, 155.
Medulla. II, 244.
Megaclinium falcatum. II, 267.
Melampyrum arvense. II, 177.
—— nemorosum. II, 177.
Melastomeae. II, 271.
Melissa. I, 157.
Melobesia. I, 314; II, 19.
Melosira. I, 293, 309.
Mentha. I, 157.
Menyanthes. II, 190.
Mercurialis. II, 185, 195, 200.
Mercurialis annua. II, 127. 132.
—— perennis. I, 164.
Mericarpia. II, 226.
Mesembryanthemum. II, 118, 189, 199.
—— linguaeforme. II, 127.
Mesocarpium. II, 225.
Mesocarpus. I, 299.
Mesogloea. II, 21.
Messer. I, 45.
Metalle. I, 139.
Methode. I, 22.
Microcystis. I, 240; II, 10.
—— Noltii. II, 299.
Microglena. II, 294.
Microgonidien. II, 28.
Microhaloa botryoides. I, 240.
Micromega. I, 308.
Micrometer. I, 43, 44.
Micropyle. II, 228.
Microskop. I, 39—45.
Microskopische Präparate. I, 41, 46.
Microsporen. II, 90.
Microtom. I, 47, 101.
Milchgefässe. I, 245.
Milchsaft. I, 331.
Milchzellen. I, 238, 245, 281.
Mimosa. II, 123, 267, 283, 296, 300.
Mittelband. II, 194.
Mittelblatt. II, 120.
Mnium. II, 65, 66.
—— punctatum. II, 61.
Molekularbewegungen. I, 63.
Molekulargewebe. I, 225.
Moleküle. I, 94.
Monadinen. II, 294.
Monocotyledonen. I, 315; II, 110, 113, 125, 228, 233, 241, 245, 246.
Monocotyledonenstamm. II, 135.
Monocotyledonenstengel. II, 249.
Monotropa. II, 115.
Monotropeae. II, 107, 171.
Moosantheren. II, 66.
Moosblüthe. II, 66.
Moosbüchse. II, 67, 68, 71.
Moose. II, 272, 282.
Moosstämmchen. II, 59.
Morchella. II, 40.
Morin. I, 163.
Morus. II, 189, 190, 219, 224.
—— tinctoria. I, 163.
Mougeotia. II, 307.
Musa. I, 256.
—— paradisiaca. I, 152.
—— sapientum. I, 315; II, 138.
Muscardine. I, 308.
Musci frondosi. II, 58.
Muskatnuss. I, 263.
Mutterblatt. II, 150, 167, 172.
Mutterglied. II, 172.
MutterloseZeugung. II, 34.
Mutterzellen. I, 299.
Mündung d. Mooskapsel. II, 68.
Mützen-Pilze. II, 39.
Mützchen bei Lebermoosen. II, 51, 57.
—— bei Laubmoosen. II, 67.
Mycelium. II, 36.
Mycocoelium rivulare. I, 238.
Mycophyceae. II, 40.
Myosotis sparsiflora. II, 185.
Myosurus. II, 171, 206, 218.
Myrica cerifera. I, 152.
Myricin. I, 152.
Myristica. II, 238.
Myristicinsäure. I, 153.
Myrtaceae. II, 115, 219, 271.

Nabelstrang. II, 227.
Nagel. II, 189.
Najas. II, 262, 278.
Narbe. II, 208.
Narbenfeuchtigkeit. II, 263.
Nasturtium amphib. II, 276.
Natron. II, 142.
Naturkörper. I, 27.
Naturleben. II, 92, 98.
Navicula. I, 293.
Nährblätter. II, 150.
Nährpflanze. II, 171.
Näpfchen. II, 178.
Nebenblätter. II, 119, 120.
Nebenfäden. II, 31, 32.
Nebenkronblätter. II, 170.

Nebenschläuche. II, 40.
Nebenstaubblätter. II, 170.
Neottia nidus avis. II, 270.
Nepenthes. I, 145; II, 124.
Nerium. I, 313; II, 195.
—— Oleander. I, 214, 303; II, 128.
—— tinctorium. I, 164.
Nerven d. Blätter. II, 242.
Netzförmige Gefässe. I, 284.
Neuroglossum. II, 24.
Neurolepis exaltata. II, 79.
Nicotiana. I, 146; II, 202.
Nigella. II, 118, 171, 174, 202.
Nipa. II, 157.
Nitella flexilis. I, 259.
Nomenclatur. I, 81.
Norantea. II, 121.
Nostoceae. I, 242; II, 21, 42.
Nostochinae. I, 166.
Nucleus. II, 227.
Nuss. II, 224.
Nussschalen. II, 259.
Nymphaea. II, 189, 196, 202, 238.
—— alba. II, 192, 197.

Object, microskopisches. I, 64.
Ochrea. II, 121.
Octoblepharum albidum. II, 62.
Oculiren. II, 272.
Oedogonium. I, 280; II, 30.
—— capillare. I, 249.
—— Landsboroughii. II, 307.
Oelbildung. I, 155.
Oeldrüsen. I, 157.
Oele, ätherische. I, 155.
——, fette. I, 153.
Oeltröpfchen. II, 295.
Oenothera biennis. II, 129.
Ohrensprache. I, 73.
Olfersia corcavadensis. II, 79.
Onagreae. II, 203, 209, 219, 223.
Opaliniden. II, 298.
Operculum. II, 67.
Ophioglosseen. II, 80.
Ophioglossum lusitanicum. II, 81.
—— vulgatum. II, 81.
Opium. I, 246.
Optische Hilfsmittel. I, 38.
Orchideae. I, 214; II, 107, 139, 202, 203, 205, 209, 219, 221, 233, 262, 270.
Orchis. II, 150, 156, 206, 227.
—— bifolia. II, 188.
—— militaris. II, 188.
Orcin. I, 160.
Organe. II, 1.
—— abgeleitete. I, 321.
—— appendiculäre I, 329.
Organische Bildungen. I, 227.
—— Körper. I, 97.
Organismen. I, 98.
Organstoffe. I, 179.
Ornithogalum nutans. I, 155.
—— pyrenaicum. II, 188.
—— thyrsoideum. II, 152.
—— umbellatum. II, 155, 182.
Ornithopus. II, 210.
Orobanche. II, 115, 177, 240.
Orobancheae. II, 171, 270.
Orobus. II, 123, 129.
Orseillesäure. I, 160.
Orthothrichum. II, 62, 65, 69.
Oscillaria alba. II, 284.
—— anguina. II, 274.
—— Mougeotii, II, 166.
—— rubescens. II, 166.
Oscillarien. I, 230, 303, 305; II, 16, 267, 274, 283, 296, 300.
Oscillarinen. I, 166.
Osmunda. II, 80.
Ovarium. II, 226.
Ovula. II, 226.
Oxalis. II, 201.
Oxyproteïn. I, 214.
Ozon. II, 287.

Padina. II, 19.
Paeonia. II, 122, 171, 190, 218.
Paleae. II, 178.
Palmae. II, 137, 144, 162.
Palmella. I, 229, 305; II, 15.
—— cruenta. I, 238.
Palmenstamm. II, 249.
Palmenstöcke. II, 157.
Palmitinsäure. I, 153.
Palmogloea. I, 240; II, 30.
Pancratium. II, 196.
Pandaneae. II, 144.
Panicula. II, 186.
—— verticillata. II, 187.
Papaver. II, 172, 189, 190, 197, 226.
—— somniferum. I, 246; II, 192, 258.
Papaveraceae. II, 199, 246.
Papilionaceae. II, 190, 191, 200, 202.
Papillen bei Blumenblättern. II, 259.
Pappus. II, 191, 219.
Paramaleïnsäure. I, 174.
Paranemata. II, 31.
Parapetala. II, 170.
Paraphysen. II, 40, 44, 45, 66.
Paraphysenstand. II, 40.
Parasiten. II, 172.
—— künstliche. II, 271.
Parietin. I, 168.
Paris quadrifolia. II, 128, 190.
Parmelia parietina. I, 43.
Passerina. II, 118.
—— filiformis. II, 127.
Passiflora. II, 205, 217, 238.
Pastinaca. I, 149.
Pectin. I, 180.
Pectinreihe. I, 179.
Pediastrum. II, 28, 267.
—— granulatum. I, 304.
Pedicellus. II, 170.
Pedicularis. II, 228.
—— palustris. II, 232.
Pedunculus. II, 170, 179.
Peganum. II, 190.
Pelargonium triste. II, 142.
Pellia. II, 56.
—— epiphylla. I, 270.
Peplis. II, 199.
Perenchym. I, 309, 311, 312.
Pericarpium. II, 225.

Perichätialblätter. II, 66.
Peridcrma. II, 247.
Peridermis. I, 302.
Peridinäen. II, 300.
Peridium. II, 39.
Perigon. II, 190.
Perisperm. II, 234.
Peristomium. II, 68, 69, 70.
Perithecium. II, 40.
Personatae. II, 126, 151, 193, 202.
Petiolus. II, 119.
Peyssonelia. II, 19.
Peziza. II, 40.
Pflanze als Wohnung. II, 303.
Pflanzen und Thiere. I, 28—31; II, 293.
Pflanzenasche. II, 292.
Pflanzeneiweiss. I, 215.
Pflanzengeographie. II, 287.
Pflanzenleben. II, 3.
Pflanzenleim. I, 215.
Pflanzenmilch. I, 246.
Pflanzensammlung. I, 33.
Pflanzenschleim. I, 200.
Pflanzenstock. II, 109.
Pfropfen. II, 272.
Phanerogamen. II, 15, 103.
Phascum. II, 68.
Phaseolus. II, 122, 123, 141, 143, 154, 225.
Philadelphus. II, 147, 149, 212.
Philosophische Grundlage. I, 100.
Phloretin. I, 150.
Phlorrhizein. I, 160.
Phlorrhizin. I, 148.
Phoenix dactylifera. I, 270, 272; II, 235, 289.
Phormidium. I, 230; II, 274.
Phosphorsaurer Kalk. II, 292.
Phosphorsäure. I, 137; II, 269, 292.
Phosphorwasserstoff. II, 281.
Phycastrum. I, 305, 323.
Phycoseris. II, 18.
Phykoerythrin. I, 166.
Phykohämatin. I, 166.
Phykokyan. I, 165.
Phylla calycis. II, 169.
Phylla corollae. II, 169.
—— perianthii. II, 169.
Phyllactidium. I, 314; II, 18.
Phyllanthus. II, 137, 316.
Phyllichnium. II, 130.
Phyllodia. II, 118.
Phyllophora. II, 32.
Phyllopodium. II, 123.
Phyllotaxis, s. Blattstellung.
Physalis. II, 190.
Physeumatia. II, 309.
Phytelephas. I, 271, 272, 289; II, 235.
Phyteuma. II, 174, 175, 203.
Phytom. I, 321, 322, 323, 326; II, 108.
Phytotom. I, 47.
Picea. II, 242; s. auch Pinus.
—— vulgaris. II, 118, 132, 149, 178.
Pileus. II, 38.
Pilularia. II, 99, 102.
Pilzbildung. II, 34.
Pilze. II, 33, 270, 287.
Pilzinflorescenz. II, 36.
Pilzsporen. II, 36.
Pinguicula. II, 142, 202.
—— vulgaris. II, 107, 114.
Pinnae. II, 122.
Pinus. I, 159; II, 147, 188, 194, 224, 237; s. auch Picea.
—— Larix. I, 150.
—— sylvestris. II, 248.
—— Strobus. II, 118.
Pistia. II, 233.
Pistill. II, 206, 208, 263.
Pistillblätter. II, 196.
Pisum. II, 123, 129, 141, 143.
Placenta centralis. II, 209.
Plantae hybridae. II, 272.
Plantagineae. I, 271; II, 210.
Plantago. II, 180, 200.
—— lanceolata. II, 115, 151, 188.
—— major. II, 188.
—— media. II, 129, 188.
Platanus. II, 248.
Platyzoma microphyllum. II, 79.
Pleurenchym. I, 313.
Plocamium. II, 24.
Plumbagineae. II, 227.
Polemik. I, 73.
Pollen. II, 168, 193.
Pollenblüthen. II, 168.
Pollenfach. II, 193.
Pollenin. I, 217.
Pollenkorn. II, 5.
Pollenkörner. II, 97.
Pollenkörper. II, 261, 262.
Pollensack. II, 261.
Pollensäckchen. II, 97.
Pollenschlauch. II, 105.
Pollensystem. II, 192.
Pollenzellen. II, 260.
Pollinarium. II, 262.
Polychroit. I, 168.
Polygala. II, 191.
Polygaleae. II, 202.
Polygonatum. II, 141.
Polygoneae. II, 121, 187, 201, 227, 228.
Polygonum aviculare. II, 136.
—— tinctorium. I, 164.
Polyides lumbricalis. II, 23.
Polypodium. I, 313, 315.
—— calcareum. II, 73.
—— Filix mas. I, 73, 77.
Polyporus igniarius. II, 48.
Polysiphonia. I, 314; II, 19.
Polytrichoidei. II, 61.
Polytrichum. II, 63, 66, 68, 69, 70, 72.
—— commune. I, 297; II, 64.
Polyzonia. II, 24.
Pomaceae. I, 223.
Populus. I, 148; II, 124, 150, 204.
—— alba. I, 148.
—— italica. I, 148; II, 166.
—— nigra. I, 148.
—— Tremula. I, 148; II, 166.
Porliera hygrometrica. II, 127.
Porphyroglossum. II, 24.
Potamogeton. II, 121, 277, 321.
—— densus. II, 126, 134.
Potentilla. II, 203, 206, 213.
Prasiola. I, 301; II. 42.

Primitivwurzel. II, 109, 141.
Primordialschlauch. I, 255, 291, 333.
Primula. II, 209.
—— sinensis. I, 257, 279.
Primulaceae. II, 210, 211, 217.
Processus peristomii. II, 68.
Proles. II, 25.
Prophylla. II, 177.
Prosenchym. I, 313.
Prosenchymzellen. I, 286.
Proteaceen. I, 317.
Proteïn. II, 293.
Proteïnfasern. I, 256.
Proteïngewebe. I, 256.
Proteïnkörper. I, 214, 222.
Proteïnsubstanzen. I, 146.
Proteïnzellen. I, 290.
Protococceae. II, 278.
Protococcus. I, 229, 323; II, 9, 26, 42.
—— carneus. I, 234.
—— nivalis. II, 300.
—— pluvialis. II, 299.
—— viridis. I, 239.
Protoplasma. I, 259.
Protozoa. II, 301.
Pruina. I, 152.
Prunella. II, 196.
Prunus. II, 131, 143, 147, 224, 246.
—— domestica. I, 289.
Pteris aquilina. II, 77.
—— serrulata. II, 73.
Ptilota. II, 21, 24.
Pulsatilla. II, 225.
Pulvinus. II, 130.
Punctum vegetationis. I, 328.
Punica Granatum. I, 150.
Putamen. II, 217.
Pyrenothea. II, 309.
Pyrolaceae. II, 107.
Pyroxylin. I, 191.
Pyrus. II, 131, 147, 149, 150, 203, 224.

Quellsalzsäure. I, 218.
Quellsäure. I, 160, 218.
Quercus. II, 120, 121, 147, 149.
—— Robur. II, 248
Quercus Suber. II, 248.
Quirl. II, 182.

Racemus. II, 182.
Racomitrium. II, 71.
Radieschen. II, 113.
Radix. II, 141. 143.
Rafflesiaceae. II, 270, 271.
Ramallina fraxinea. I, 234.
Ramenta. II, 121.
Randläufer. II, 242.
Ranke. II, 123, 274.
Ranunculaceae. II, 118, 213.
Ranunculus. II, 189, 191, 197, 199, 201, 206, 218, 225.
Ranunculus aquatilis. II, 276.
—— bulbosus. II, 155.
—— nivalis. II, 174.
Raphanus. II, 115, 143, 225.
—— sativus var. II, 113.
Raphe. II, 219.
Receptaculum. II, 31, 170, 203.
Regelmässige Blumen. II, 201.
Reproductionszellen. I, 292.
Reseda. II, 202, 208, 216.
—— alba. II, 118.
—— odorata. II, 118.
Rhamnus. II, 191.
Rhaphiden. I, 141.
Rheum. II, 200.
Rhipidophora. I, 294.
Rhizocarpeae. II, 97.
Rhizom. II, 36, 77, 158.
Rhodocallis. II, 21.
Rhododendron ponticum. I, 150.
Rhus. II, 246.
—— succedaneum. I, 152.
Rhynchococcus. II, 24.
Rhytidoma. II, 247.
Ribes. II, 113, 118, 200, 203, 206, 224, 238.
—— alpinum. II, 191.
—— Grossularia. II, 131, 132, 133, 312.
—— rubrum. II, 120, 128, 182.
Riccia. II, 49.
Riccieae. II, 50.
Rima longitudinalis. II, 194.
Rinde. II, 244, 245.
Ring. II, 38, 67.
Ringgefässe. I, 284.
Ringzellen. I, 288.
Rispe. II, 186.
Rivularia. II, 19, 21, 274.
Rivularieae. I, 242.
Robinia. II, 123, 163.
—— Pseudacacia. II, 121, 122, 123.
Rochea falcata. II, 152.
Rohrzucker. I, 149.
Rosa. II, 120, 163, 192, 201, 203, 205, 213, 224.
—— canina. II, 131.
—— gallica. II, 131.
—— spinosissima. II, 131.
Rosaceae. II, 190, 196, 212, 219.
Rosenkranzförmige Gefässe. I, 285.
Rosette. I, 328; II, 154.
Rubia tinctorum. II, 163.
Rubiaceae. II, 121, 219, 227, 229.
Rubiaceensäure. I, 163.
Rubus. II, 163, 205, 218, 224.
Rumex. II, 175, 185, 191, 200.
—— Acetosella. II, 149.
Runge'sche Bilder. II, 318.
Runkelrübe, s. Beta.
Ruppia. II, 316.
Ruscus. II, 116, 244.
Ruta. II, 199, 201.
—— graveolens. I, 157.
Rüben. I, 146.
Rückenblättchen. II, 122.
Rytiphlaea. II, 21.

Saffrangelb. I, 168.
Saftwege, II, 265.
Sagittaria. II, 182, 188.
Salicin. I, 148.
Salicineae. II, 238.
Salicyl. I, 156, 178.
Saligenin. I, 150.
Salix. II, 124.
—— specc. II, 148.
Salpetersaures Quecksilberoxydul. I, 53.

Salpetersäure. I, 52; II, 280.
Salvia. I, 157; II, 195.
Salvinia. II, 99, 101, 102, 126.
Salzsäure. I, 51.
Samara. II, 225.
Same. II, 104.
Sameneiweiss. II, 234.
Samenknospe. II, 97, 148, 208, 226.
Samenmantel. II, 228, 237.
Samennaht. II, 229.
Samenpflanzen. II, 104.
Samenreife. II, 275.
Samenschale. II, 236.
Samensporen. II, 26, 27.
Sammelfrucht. II, 218.
Sammelhaare. II, 264.
Santalin. I, 167.
Sapindaceae. II, 141, 255.
Saponaria. II, 210.
Sapotaceae. I, 151.
Saprolegnia. I, 41.
Sarcocarpium. II, 225.
Sarcode. II, 298.
Sargasseae. II, 25, 31.
Sargassum. II, 19, 23.
Sarracenia. I, 145.
Sassaparilla. I, 263, 285.
Sauerstoff. I, 135; II, 279, 289, 318, 321.
Saumläufer. II, 243.
Sausureae. II, 121.
Saxifraga granulata. I, 265; II, 151, 162.
—— umbrosa. II, 129.
Saxifrageae. II, 219.
Säulchen bei Moosen. II, 68.
Säurebildung. I, 176.
Scabiosa. II, 154, 228.
Scapus. II, 180.
Schaft. II, 180.
Schafthalme. II, 84.
Scheibe bei Tangen. II, 23.
Scheiben-Pilze. II, 39.
Scheibenstengel. I, 327; II, 96.
Scheide. II, 119.
Scheidenblätter. I, 115.
Scheinaxe II, 184.
Schichten bei Gelinzellen. I, 267.
Schierling, s. Conium. I, 146.
Schildchen. II, 311.
Schilder. I, 330.
Schistostega. II, 62, 70.
Schizocarpia. II, 225.
Schizochlamys gelatinosa. II, 302.
Schizonema. I, 308, 309.
Schizosiphon. I, 166, 213.
Schizothrix. II, 47.
Schlafknospen. II, 147, 313.
Schlauch bei Nepenthes. I, 145; II, 124.
Schleier. II, 38.
Schleierchen. II, 79.
Schleim. I, 179.
Schleimarten. I, 195.
Schleimfasern. I, 230.
Schleimgefässe. I, 300.
Schleimhäute. I, 230.
Schleimhöhlen. I, 316.
Schleimkörner. I, 228.
Schleimzellen. I, 194.
Schleimzucker. I, 150.
Schleuderer. II, 54.
Schliessfrüchte. II, 225.
Schlingpflanzen. II, 137.
Schlussblatt. II, 126.
Schmarotzerpflanzen. II, 240, 270.
Schote. II, 211.
Schösslinge. II, 28, 137.
Schraubel. II, 201.
Schuppen. II, 78.
Schuppenblätter. II, 114.
Schüppchen. I, 330.
Schwärmzellen. I, 295; II, 297.
Schwefel. I, 137.
Schwefelsäure. I, 50, 137.
Schwefelwasserstoff. II, 281.
Schwermetalle. I, 143.
Schwimmblasen. II, 25, 124.
Scirpus. II, 177, 180, 189.
—— lacustris. II, 188.
—— palustris. I, 313.
—— setaceus. II, 188.
Scolopendrium. II, 76.
Scorpiurus. II, 210.
Scrophularinae. II, 228.
Scutellum. II, 311.
Scytonema. I, 213, 306.
Scytonemeae. I, 242; II, 21, 42.
Secale. II, 154.
Sechslingsblätter. II, 127.
Secundärbluste. II, 178.
Sedeae. II, 185, 218.
Sedum. II, 118, 201.
—— acre. II, 129.
—— amplexicaule. II, 140.
—— Telephium. II, 128, 131, 142, 184.
Sehen, das, I, 59, 60.
Seitenknospen. II, 146.
Sempervivum. II, 199.
—— arboreum. II, 129.
—— montanum. II, 129.
Sepala. (169).
Septum. II, 194.
Serpyllum. II, 185.
Serratula Cynaroides. II, 188.
Seta. II, 67.
Setaria. II, 170, 179.
Silber. I, 144.
Silene. I, 189.
Sileneae. II, 229.
Silicium. I, 137.
Siliqua. II, 201.
Sinistringruppe. I, 197.
Sirocoleum. I, 240.
Sirogonium. I, 298.
Solaneae. II, 176, 190, 201, 229.
Solanin. I, 147.
Solanum. II, 182, 195, 224, 238.
Solanum nigrum. II, 128, 177.
—— tuberosum. II, 128, 130, 139, 140, 150, 155, 245.
Soldanella. II, 210.
Solieria. II, 24.
Sonchus oleraceus. II, 128, 132, 245.
Sonnenfinsterniss. II, 286.
Sorbus aucuparia. II, 122.
Soredien bei Flechten. II, 45.
Spadix. II, 180.
Spaltfrüchte. II, 225.
Spaltöffnungen. I, 316; II, 276.
Sparganium. II, 208.

Specialmutterzellen. II, 262.
Species. II, 3, 34, 306.
Spergula. II, 185, 189, 191.
Spermatia. II, 26.
Spermatozoidien. II, 96.
Spermodermis. II, 237.
Sphacelaria. I, 314.
Sphaeria. II, 40.
Sphaerococcus. I, 271; II, 24.
Sphagnum. II, 62, 72, 73.
Sphagnumzellen. I, 250, 282.
Spica. II, 180, 187.
Spilanthus tinct. I, 164.
Spina. II, 163.
Spiraea. II, 213.
Spiralbänder. I, 256.
Spiralfasern bei Pilzen. II, 39.
Spiralfaserzellen. I, 273, 274, 278; II, 308.
Spiralplättchen. I, 288.
Spiralröhren. I, 284.
Spirenchym. I, 311, 313.
Spirogyra decimina. I, 257.
Spirre. II, 185.
Spirulina. I, 230, 239; II, 267.
Spitzenwachsthum der Zellen. I, 243.
Spitzläufer. II, 243.
Splachnum. II, 67.
Spongites. I, 314; II, 19.
Sporangium. II, 31.
Sporen. I, 236, 253; II, 5, 26.
—— der Algen. II, 25.
—— der Farne. II, 73.
—— der Flechten. II, 44.
—— der Laubmoose. II, 58.
—— der Lebermoose. II, 53.
—— der Lycopodiac. II, 90.
—— der Schafthalme. II, 89.
—— der Vaucheria. I, 244. 248.
Sporenbildung. I, 248.
Sporenblätter. II, 79, 89, 95.
Sporenblüthe. II, 53, 57.
Sporenmantel. I, 290.
Sporensack. II, 67, 68, 309.
Sporenschläuche. II, 39.
Sporenstände. II, 31, 36, 37, 40, 44, 45.
Sprache, botanische. I, 79—83.
Spreite der Blätter. II, 124.
Spreitenblätter. II, 118.
Spreublättchen. II, 178.
Spross. II, 25, 32, 46, 95. 148.
Sprossformen. II, 153.
Spyridia. II, 21.
Squamae. II, 114.
Stacheln. I, 330.
Stamen. II, 97, 169, 192, 196.
Staminodia. II, 170, 196, 197.
Stamm. II, 136, 256.
—— der Farne. II, 76.
Staphylea. II, 201.
Staubbeutel. II, 97, 193.
Staubblatt. II, 97, 169, 192, 260.
Staubfaden. II, 97, 194.
Staubweg. II, 208.
Stauchling. II, 137.
Staudenstöcke. II, 158.
Stärke. I, 261.
Stearin. I, 153.
Steinfrüchte. II, 217, 224, 259.
Steinkohlen. II, 291.
Steinnuss. I, 271.
Steinzellen. I, 270, 273.
Stellaria graminea. II, 132.
—— holostea. II, 210.
Stellatae. II, 311.
Stemonitis. II, 39.
Stempel. II, 206.
Stengel. I, 323, 325, 326, 327; II, 206.
—— bei Laubmoosen. II, 63.
—— bei Lycopodiac. II, 92, 93.
—— bei Ophioglosseen. II, 84.
—— bei Phanerogamen. II, 108, 109, 130, 136, 140, 243, 254.
—— bei Schafthalmen. II, 85.
Stengelglieder. II, 108, 135.
Stereocaulon. II, 45.
Stereonema. I, 234, 298.
Stickstoff. I, 135; II, 280, 290, 321.
Stiefmutterzellen. I, 299.
Stieftochterzellen. I, 299.
Stiel des Blattes. II, 119.
Stigeoclonium. I, 295.
Stigma. II, 208.
Stipa pennata. I, 281.
Stipellae. II, 122.
Stipel, s. Stipula.
Stipes. II, 35, 37.
Stipula. I, 146; II, 113, 120, 121, 122, 209.
Stoffformen. I, 117, 134.
Strauss. II, 186.
Sträucher. II, 162.
Strelitzia farinosa. I, 152.
—— Reginae. I, 150.
Striegeln. I, 330.
Ströme, erstarrte. I, 96.
Structurveränderungen der Zellen. I, 273.
Struthiopteris germ. II, 73.
Stylideae. II, 267.
Stylus. II, 208.
Suber. II, 247.
Suberin. II, 217.
Subflorescentia. II, 173.
Substanzen. I, 134.
Sulcus longitudinalis. II, 194.
Summe der method. Betracht. I, 90.
Surirella. I, 293.
—— gemma. I, 296.
Swertia. II, 189.
Symmetrische Blumen. II, 202.
Symphoricarpos. I, 255.
Symphyosiphon. II, 274.
Symphyothrix. I, 230.
Sympodium. II, 173.
—— des Blumenstocks. II, 179.
Syncarpium. II, 218.
Syncoryphium. II, 174, 175, 176.
Synedra. I, 293.
Synpetalae. II, 202.
Syringa. II, 132, 133. 134, 186, 252.
—— persica. II, 150, 151, 163.

Syringa vulgaris. II, 119.
System Jussieu's. I, 14.
—— Linné's. I, 11.
Systematische Botanik. II, 2.
—— Grösse. II. 1.

Tabak, s. Nicotiana. I, 146.
Talkerde. I, 146.
Tamarix gallica. I, 150.
Tamus. II, 139, 145, 149, 157.
Tanacetum. II, 176.
Tankervillia. I, 164.
Tastformen. I, 116.
Taxodium distichum. II, 166.
Taxus. II, 193, 197, 227, 228, 238, 282.
Täuschungen des Microskops. I, 61.
Terminalknospen. II, 146. 151.
Terminologie Linné's. I, 10.
Testa. II, 237.
Tetracyclus. I, 293.
Tetraden. II, 37.
Tetraphis. II, 70.
Tetraspora. I. 240; II, 15.
Teucrium. II, 189.
Thallochlor. I, 171.
Thallus. I, 324; II, 36, 44.
Thamnomyces. II, 40.
Thau. I, 145.
Theca. II, 67.
Theilung d. Zellenkerns. I, 248.
Thelephora hirsuta. I, 37.
Theophrasta. II, 152.
Thesii spec. II, 175, 176.
Thlaspi bursa. I, 235.
Thonerde. I, 143.
Thorea. I, 165; II, 19.
Thuja. I, 282; II, 116, 117, 119, 132, 134, 135, 166, 193.
Thyllen. I, 299.
Thymus. I, 157.
—— Acinos. II, 185.
Thyrsus. II, 186.
Tilia. II, 120, 121, 122, 129, 131, 143, 144, 150, 163, 165, 172, 177, 248, 286.
Tmesipteris. II, 311.
Tomex sebifera. I, 152.
Torf. II, 291.
Torfboden. II, 270.
Tormentilla. II, 120, 199.
Torus. II, 203.
Totaleindruck. I, 30.
Tournesol. I, 172.
Traganthgummi. I, 203.
Transitorisches Zellgewebe. II, 261.
Tragopogon. II, 178.
Traube. II, 182.
Traubensäure. I, 173.
Traubenzucker. I, 149.
Treibknospen. II, 148.
Treppengänge. I, 285.
Tribulus. II, 127, 200.
Trichia. II, 39.
—— rubiformis. II, 308.
Trichodictyon. I, 241.
Trichomanes. II, 77.
Trientalis. II, 199.
Trifolium. II, 175.
—— arvense. II, 291.
Triticum. II, 187.
—— repens. II, 140, 150, 159, 161.
Tropaeoleae. II, 226.
Tropaeolum. II, 113, 124, 189, 202, 204, 243.
—— majus. I, 284; II, 173.
Trugdolde. II, 184.
Truncus. II, 136.
Trüffel. I, 236; II, 39.
Tubercularia. II, 35.
Tuberosus caulis. II, 139.
Tulipa. II, 134, 138, 140, 174, 189, 191, 196, 199, 218.
—— silvestris. II, 152.
Tute. II, 121.
Tüpfelkanäle. I, 278.
Typha latifolia. II, 138.
Typus. II, 1.

Ulmin. I, 218.
Ulminsäure. I, 218.
Ulmus. II, 122, 165, 225.
Ulota. II, 72.
Ulothrix. II, 29.
—— zonata. I, 296; II, 294.
Ulva. II, 31.
Ulvina. I, 229; II, 15.
—— aceti. II, 269.
Umbella. II, 182.
—— composita. II, 187.
—— cymifera. II, 187.
Umbelliferae. II, 118, 119. 130, 133, 154, 177, 182, 187, 189, 190, 191, 192, 202, 203, 206, 219, 220, 226, 235, 245, 246, 252, 271.
Umbilicaria. II, 45.
Unguis. II, 189.
Unregelmässige Blume. II, 202.
Unterlager der Pilze. II, 36.
Urbildung. I, 231; II, 47.
Uredo. I, 313; II, 35.
—— candida. I, 235.
Urtheil, wissenschaftliches. I, 55.
Urtica. II, 185, 190.
—— urens. I, 281.
Urzeugung, s. Urbildung.
Usnea. II, 45.
Usninsäure. I, 160.
Utricularia. II, 107, 124. 142.
Uvularia amplexifolia. II, 125.

Vaccinieae. II, 219.
Vaccinium. II, 206.
Vacuolen. I, 231, 266; II, 260, 295.
Vagina. I, 331; II, 119.
Valerianeae. II, 203, 219.
Vallisneria. I, 260; II, 284.
Valonia. I, 323; II, 10.
Valvulae. II, 178, 226.
Vaucheria. I, 323; II, 10. 27.
—— clavata. I, 244, 295.
—— Dillwynii. I, 248.
Vegetationsperiode. II, 109.
Vegetationspunkt. I, 328.
Vegetativzellen. I, 292.
Velum. II, 38.
Verbasceae. II, 154.
Verbascum Thapsus. II, 132.

Verbindungen, chemische. I, 94.
Verdickungsschichten der Zellen. I, 267.
Veronica. II, 200.
Veronica Chamaedrys. II, 175.
—— digitata. II, 143, 175.
—— opaca. II, 191.
Versteifte Zellen. I, 278.
Verticillus. II, 182.
Vergleichung der Pflanzen u. Thiere. II, 298.
Viburnum. II, 120, 187, 246.
—— Opulus. II, 188.
Vicia. II, 113, 123, 129, 141.
—— angustifolia. II, 179.
—— lutea. II, 175.
Victoria. II, 189.
Vierlingsblätter. II, 126, 127.
Vierlingsfrucht. II, 32.
Vierlingssporen. II, 45.
Viola. II, 172, 173, 175, 177, 189, 190, 191, 195, 199, 216, 227.
—— mirabilis. II, 124.
Violariae. II, 202.
Viscin. I, 214.
Viscum. I, 214; II, 143, 195, 227, 228.
—— album. I, 283.
Vitis vinifera. I, 254; II, 119, 123, 141, 163, 172, 186, 191, 203, 224, 237, 248, 254.
Voitia. II, 68.
Volkston. I, 78.
Volvocinae. II, 295.
Vorblätter. II, 31, 169, 177.
—— der Farne. II, 76.
Vorglieder der Blume. II, 169.
Vorkeim der Farne. II, 75.
Vorkeim der Schafthalme. II, 84.
Vortrag. I, 77.

Wachs. I, 151, 152.
Wachsen, das. I, 27.
Waid. I, 146, 164; II, 129.
Wandströmchen bei Zellen. I, 257.
Wasser. I, 144; II, 275.
Wasserfarne. II, 97.
Wasserpflanzen. II, 240.
Wasserstoff. I, 135.
Wawellit. II, 281.
Wärme. I, 132; II, 282.
Wärzchen. I, 329.
Wein, Weinbeere und Weinstock, s. Vitis vinifera.
Weingeist, s. Alcohol.
Weingeistlampe. I, 53.
Weinsäure. I, 173; II, 279.
Weissia. II, 72.
Wickel. II, 201.
Wickelblätter. II, 123.
Winterknospen. II, 313.
Wintersprosse. II, 313.
Wolffia. II, 239.
Wunder. I, 102.
Wurzel. I, 323; II, 23, 64, 141, 258.
Wurzelblätter. II, 113
Wurzelscheibe. II, 23.
Wurzelspitzen. II, 286.
Wurzelstauden. II, 155.
Wurzelstock. II, 77, 158.

Xanthidium. I, 305.
Xanthin. I, 163.
Xanthophyll. I, 169.
Xyloidin. I, 191, 200.
Xylopia. II, 190.

Yucca. II, 137, 138.
—— aloëfolia. II, 129.

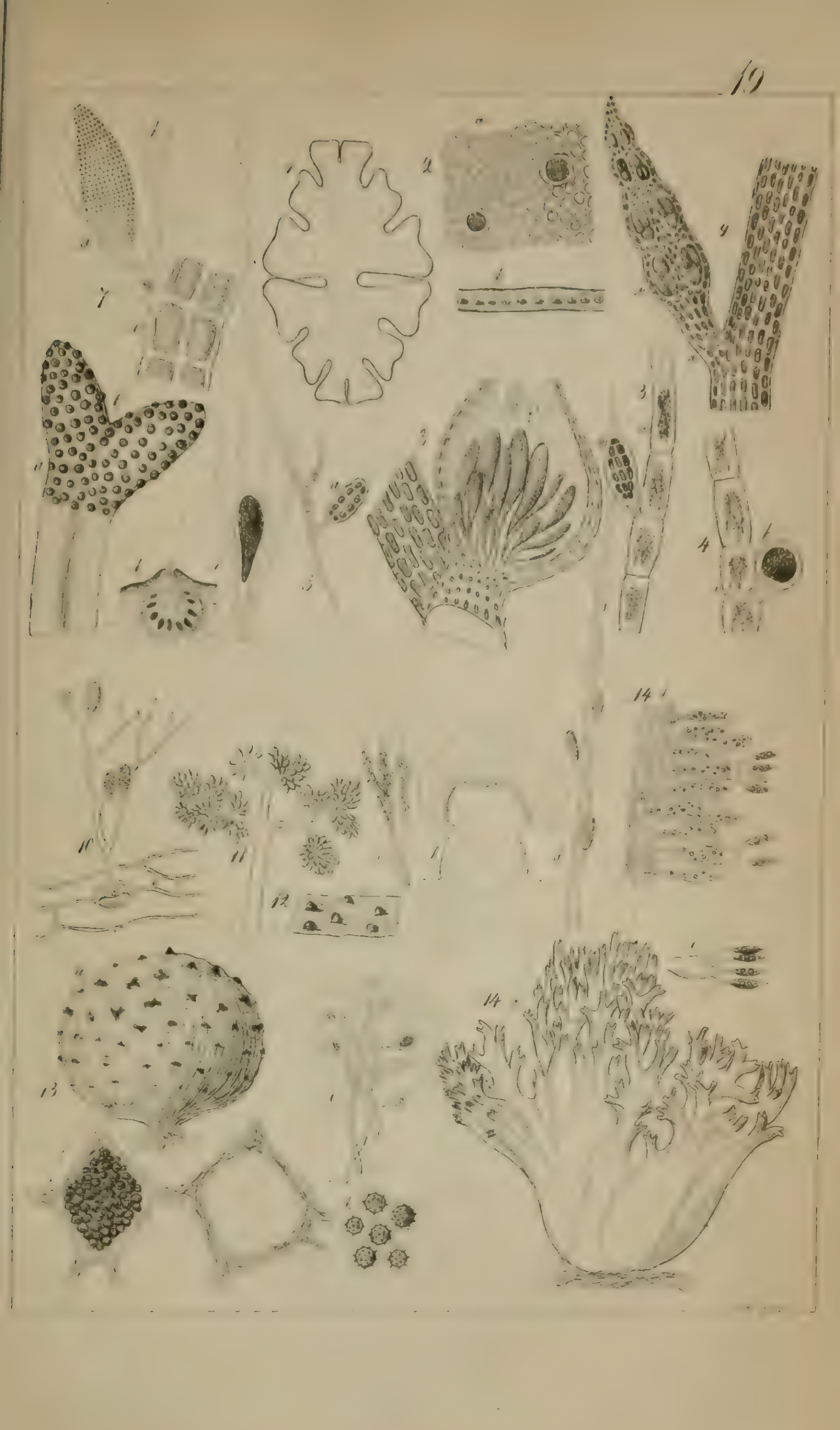
Zahlformen. I, 117.
Zamia. II, 193.
Zapfen. II, 181.
Zähne der Mooskapsel II, 68.
Zea altissima. II, 154.
—— Mais. I, 262, 303.
Zellen an Zellenreihen. II, 274.
—— versteifte. I, 279.
Zellenaggregat. I, 298.
Zellenbewegung. I, 294.
Zellenbildung. I, 230.
Zellenbündel. I, 308.
Zellenfamilien. I, 298.
Zellengewebe. I, 297, 308, 310, 311.
—— leitendes. II, 263.
Zellengruppe. I, 308.
Zellenkern. I, 232, 235, 251; II, 260.
——, fester. I, 248.
——, hohler. I, 251.
Zellenleben. II, 4.
Zellenporen. I, 278.
Zellenströmchen. I, 252, 257, 261.
Zeugung, mutterlose. II, 8.
Ziel der Botanik. I, 83.
Zingiberaceae. I, 263.
Zonaria. II, 19, 31.
Zostera. II, 262, 278, 316.
Zucker. I, 149.
Zweistockige Phanerogamen. II, 172.
Zwerchfell. II, 68.
Zwiebel. II, 138.
Zwiebelblätter. II, 114.
Zwiebelstöcke. II, 155.
Zwillingsblätter. II, 126.
Zwitterblume. II, 168.
Zygnema. II, 274.
—— cruciatum. I, 258.
Zygnemeae. I, 298; II, 30.
Zygogonium. I, 301.
Zygophyllum. II, 127, 196.

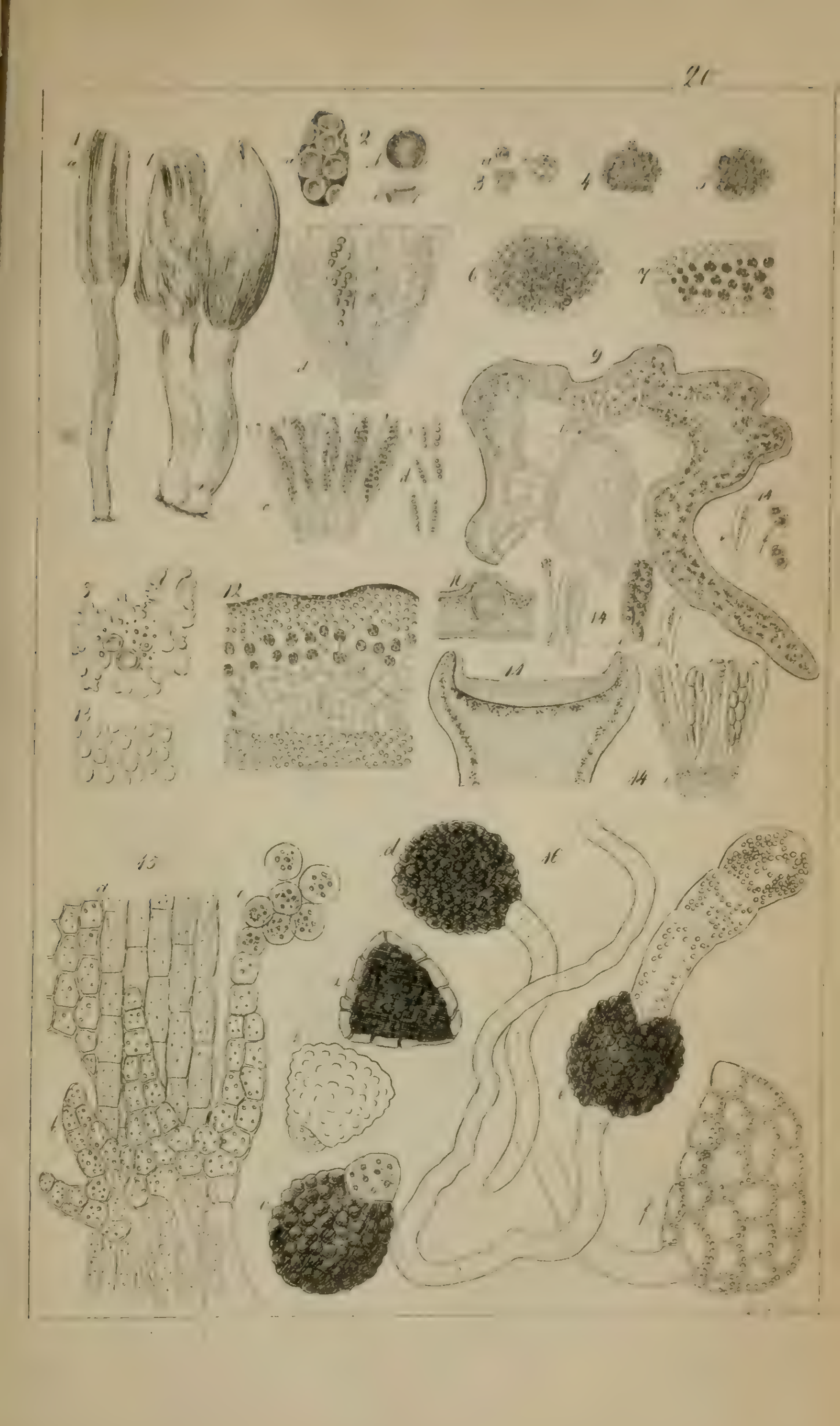
Druck von F. A. Brockhaus in Leipzig.

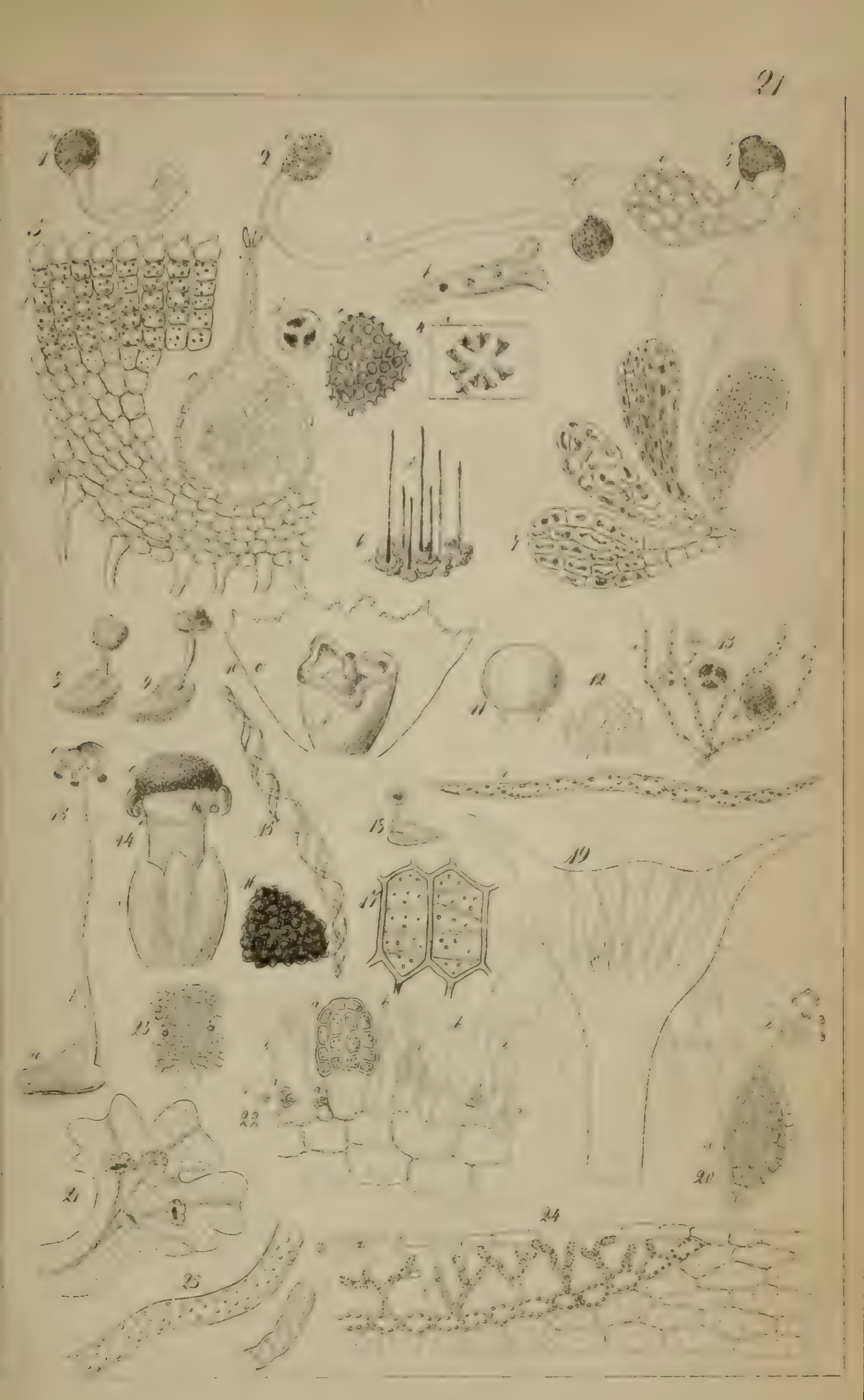
Druckfehler und Verbesserungen.

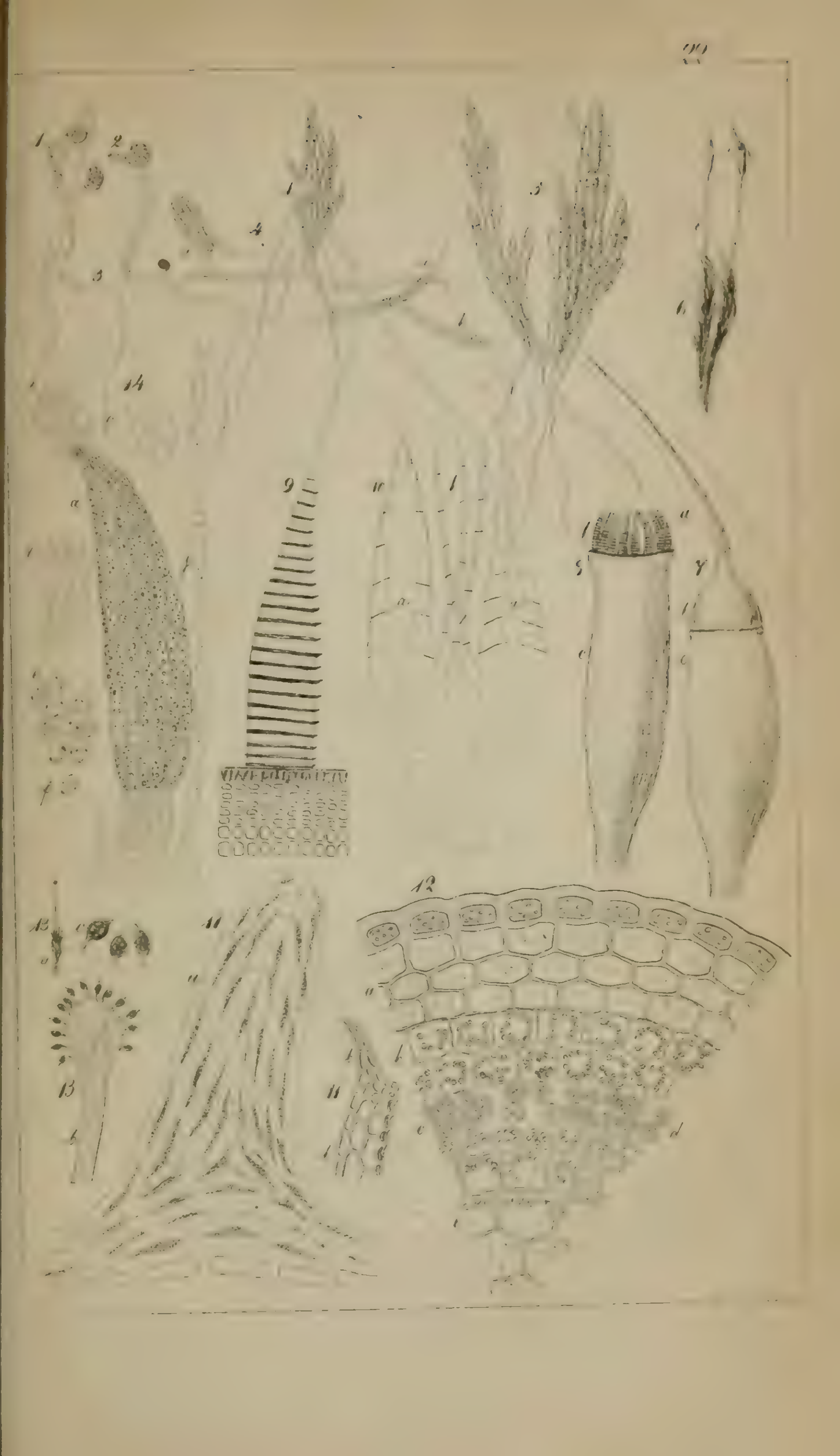
S. 39 Z. 11 von unten lies: Trichien und andern Bauchpilzen
- 53 - 21 von oben lies: 13 (links) a. b.
- — - 2 v. u. lies: 13 (rechts) b.
- 54 - 2 v. o. - Fig. 13 (rechts) a.
- — - 9 v. o. - Fig. a. unter Fig. 13 rechts
- 90 - 5 v. o. - c. bis f.
- 102 - 2 v. u. - Marsilea
- 106 - 16 v. u. - aber durch die
- — - 13 v. u. - sie sich mehr den oben
- 125 - 8 v. u. - Gräser (Taf. 25, Fig. 4.)
- 155 - 11 v. u. Eine neue Untersuchung des Knollenstocks bei Ranunculus bulbosus hat mir gezeigt, dass derselbe zwei Vegetationsperioden angehört, dass sich an ihm Axillarknospen entwickeln, mit welchen er in der Erde überwintert, dass die Knospen im Frühjahr ebenso viel Sprosse treiben, deren jeder an der Basis seine verknollten Stauchglieder und Adventiv-Wurzeln entwickelt, worauf später die Mutterknolle abstirbt. Hiernach ist also das S. 155 Gesagte zu berichtigen.
- 159 - 14 v. u. lies: Frühjahr bisweilen
- 174 - 9 v. u. - Cervicaria,
- 193 - 8 v. u. - Taf. 35.
- 213 - 14 v. o. - Borragineen
- 216 - 7 v. o. - die der
- 234 - 8 v. u. - indem es entweder aus
- 253 - 16 v. u. - zuletzt das dazwischen
- 262 - 16 v. o. - bildet die Gelinhaut
- 296 - 15 v. o. - 8 O (nicht 80)

Bei Taf. 22, Fig. 12, ist zwischen c und e noch ein b einzuschalten, sodass die Buchstabenreihe von oben nach unten heisst: a. b. c. b. e.

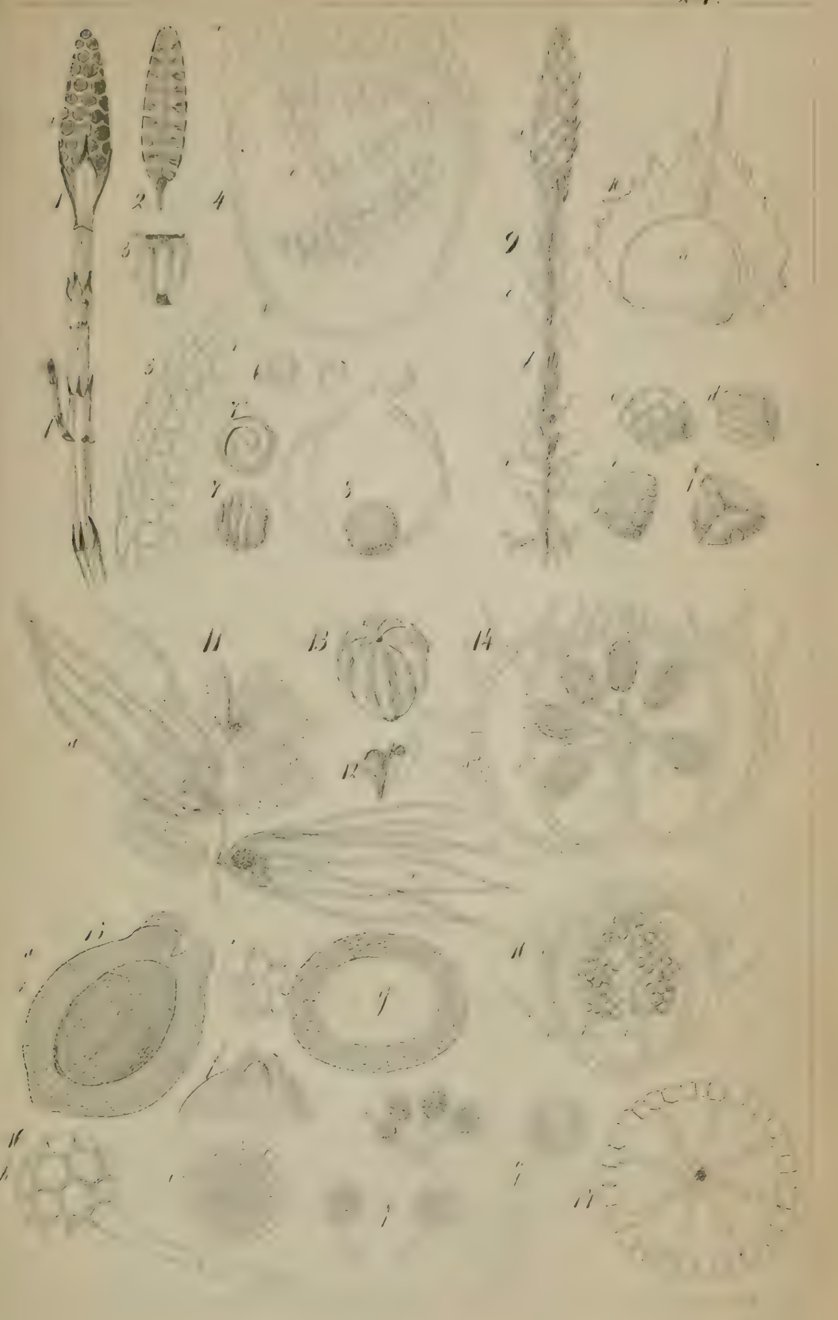

19
2
9
3
4
14
10
11
12
14
13


1
2
3
4
5
6
7
9
11
12
13
14
15
16


21






1
2
3
4
9
11
12
13
14









